



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Influencia de la aplicación del aditivo Con-Aid, en la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Mario Alberto Rojas Medina (ORCID: 0000-0002-9338-364X)

ASESOR:

Mg. Ing. Carlos Alberto Villegas Martínez (ORCID: 0000-0003-0817-7057)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú

2019

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a todas aquellas personas que confiaron en mí y que de alguna u otra me apoyaron incondicionalmente. Pero en especial va dedicado a mi Madre y a mi Hija, las personas que motivaron a superarme cada día

Agradecimiento

Quiero iniciar agradeciendo a mis colegas y compañeros de armas quienes fueron quienes me apoyaron para poder seguir mis estudios. También quiero agradeceré a mi esposa Lucia Taco y a mi suegra Norma Baca que siempre me brindaron su apoyo, pero quisiera agradecer en especial a mis padres Víctor Gómez y Delia Medina, pues gracia a ellos estoy donde estoy hoy.

Página del jurado

Declaratoria de Autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, **ROJAS MEDINA, Mario Alberto** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Influencia de la aplicación del aditivo CON-AID, en la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 20 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor ROJAS MEDINA, Mario Alberto	
DNI: 43126271	Firma 
ORCID: 0000-0002-9338-364X	

Presentación

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019”, con la finalidad de brindar una alternativa de solución para el mejoramiento de las Sub-Rasante en diseños de pavimentos de concreto hidráulico, considerando suelos con gran porcentaje de finos, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de Figuras	viii
Resumen	xi
Abstract	xiii
I. Introducción	1
1.1. Realidad Problemática (Descripción del Problema)	2
1.2. Teorías Relacionadas al tema (Variable independiente)	6
1.3. Teorías Relacionadas al tema (Variable dependiente)	10
1.4. Formulación del Problema	19
1.5. Justificación del Estudio	20
1.6. Hipótesis	20
1.7. Objetivos de la Investigación	21
1.8. Trabajos Previos (Antecedentes)	22
II. Método	31
2. Método	32
2.1. Diseño y Tipo de investigación	32
2.2. Operacionalización de variables	32
2.3. Población y muestra	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	36
2.5. Método de análisis de datos	37
2.6. Aspectos Éticos	37
III. Resultados	38
IV. Discusión	44
4.1. Discusión N° 1	45
4.2. Discusión N° 2	46
4.3. Discusión N° 3	48
V. Conclusiones	50
5.1. Conclusión N° 1	51

5.2.	Conclusión N° 2	51
5.3.	Conclusión N° 3	51
5.4.	Conclusión N° 4	52
VI.	Recomendaciones	53
5.5.	Recomendación N° 1	54
5.6.	Recomendación N° 2	54
5.7.	Recomendación N° 3	54
	REFERENCIAS	55
	ANEXOS	63

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i>	Proceso para la identificación del tipo del suelo	6
<i>Figura 2.</i>	Proceso de selección del tipo de estabilización	7
<i>Figura 3.</i>	Dosificación del producto	10
<i>Figura 4.</i>	Signos convencionales para perfiles de calicatas AASHTO	12
<i>Figura 5.</i>	Signos convencionales para perfiles de calicatas SUCS	13
<i>Figura 6.</i>	Coeficiente de reacción combinado (Kc)	18
<i>Figura 7.</i>	Espesor del revestimiento	19
<i>Figura 8.</i>	Effects of different dosages under Atterberg limits.	26
<i>Figura 9.</i>	Población	34
<i>Figura 10.</i>	Ubicación de Calicatas	35
<i>Figura 11.</i>	Resumen granulometría Calicata N° 1	39
<i>Figura 12.</i>	Resumen granulometría Calicata N° 2	40
<i>Figura 13.</i>	Resumen granulometría Calicata N° 3	40
<i>Figura 14.</i>	Ensayo Índice de Plasticidad Muestra N° 1	41
<i>Figura 15.</i>	Ensayo Índice de Plasticidad Muestra N° 2	42
<i>Figura 16.</i>	Ensayo CBR al 95% MDS	42
<i>Figura 17.</i>	Espesor de la Capa de Rodadura	43

Índice de Tablas

Tabla 1.	<i>Guía complementaria referencial para la selección del tipo de estabilizador.</i>	3
Tabla 2.	<i>Guía referencial para la selección del tipo de estabilizador.</i>	8
Tabla 3.	<i>Número de calicatas exploración de suelos</i>	11
Tabla 4.	<i>Correlación entre tipo de suelos AASHTO Y SUCS</i>	13
Tabla 5.	<i>Tamices y aberturas</i>	14
Tabla 6.	<i>Categorización de Sub-rasante</i>	16
Tabla 7.	<i>CBR mínimo de base granular pavimentos rígidos vs intensidad de tráfico en EE.</i>	18
Tabla 8.	<i>Propiedades del Suelo SWy-2</i>	23
Tabla 9.	<i>Different dosage properties</i>	25
Tabla 10.	<i>Atterberg Limit Results of Different Dosages</i>	25
Tabla 11.	<i>Limites Atterberg y Ph de suelos con aditivo</i>	27
Tabla 12.	<i>Resultados de ensayos con muestras sin tratar.</i>	27

Tabla 13. <i>Resultados de ensayos con muestras tratadas.</i>	28
Tabla 14. <i>CRB vs proporción del aditivo</i>	28
Tabla 15. <i>Limites vs proporción de aditivo</i>	29
Tabla 16. <i>Suelo sin estabilizar vs suelos estabilizados.</i>	29
Tabla 17. <i>Operacionalización de variables.</i>	32
Tabla 18. <i>Matriz de consistencia</i>	33
Tabla 19. <i>Análisis Sulfatos Solubles (SO₄).</i>	40
Tabla 20. <i>Resultados Índice de Plasticidad.</i>	45
Tabla 21. <i>Resultados Índice de Plasticidad.</i>	45
Tabla 22. <i>Clasificación de los suelos según el Índice de Plasticidad</i>	46
Tabla 23. <i>Resultados CBR Calicata N° 1.</i>	46
Tabla 24. <i>Resultados CBR Calicata N° 2.</i>	47
Tabla 25. <i>Resultados CBR.</i>	47
Tabla 26. <i>Categorías de Sub-rasante.</i>	47
Tabla 27. <i>Espesor de la capa de rodadura vs estabilizadores.</i>	48
Tabla 28. <i>Espesor de la capa de rodadura vs CON-AID</i>	48

Índice de Anexos

Anexo 1. <i>Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 1 Muestra 1 sin aditivo</i>	64
Anexo 2. <i>Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 1 Muestra 1 sin aditivo</i>	65
Anexo 3. <i>Límites de Consistencia - Calicata 1 Muestra 1 sin aditivo</i>	66
Anexo 4. <i>Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 1 Muestra 2 sin aditivo</i>	67
Anexo 5. <i>Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 1 Muestra 2 sin aditivo</i>	68
Anexo 6. <i>Límites de Consistencia - Calicata 1 Muestra 2 sin aditivo</i>	69
Anexo 7. <i>Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 2 Muestra 1 sin aditivo</i>	70
Anexo 8. <i>Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 2 Muestra 1 sin aditivo</i>	71
Anexo 9. <i>Límites de Consistencia - Calicata 2 Muestra 1 sin aditivo</i>	72
Anexo 10. <i>Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 2 Muestra 2 sin aditivo</i>	73
Anexo 11. <i>Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 2 Muestra 2 sin aditivo</i>	74
Anexo 12. <i>Límites de Consistencia - Calicata 2 Muestra 2 sin aditivo</i>	75
Anexo 13. <i>Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 3 Muestra 1 sin aditivo</i>	76
Anexo 14. <i>Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 3 Muestra 1 sin aditivo</i>	77
Anexo 15. <i>Límites de Consistencia - Calicata 3 Muestra 1 sin aditivo</i>	78
Anexo 16. <i>Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 3 Muestra 2 sin aditivo</i>	79
Anexo 17. <i>Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 3 Muestra 2 sin aditivo</i>	80
Anexo 18. <i>Límites de Consistencia - Calicata 3 Muestra 2 sin aditivo</i>	81
Anexo 19. <i>Análisis Granulométrico Calicata 2 con 10cm³/kg CON-AID</i>	82
Anexo 20. <i>Limite de Consistencia Calicata 2 con 10cm³/kg CON-AID</i>	83
Anexo 21. <i>Contenido de Humedad Calicata 2 con 10cm³/kg CON-AID</i>	84
Anexo 22. <i>Analisis Granulometrico Calicata 2 con 20cm³/kg CON-AID</i>	85
Anexo 23. <i>Limites de Consistencia Calicata 2 con 20cm³/kg CON-AID</i>	86
Anexo 24. <i>Contenido de Humedad Calicata 2 con 20cm³/kg CON-AID</i>	87
Anexo 25. <i>Relación de Soporte de California CBR con 10cm³/kg CON-AID</i>	88
Anexo 26. <i>Ensayo Relación Soporte California con 10cm³/kg CON-AID</i>	89
Anexo 27. <i>Ensayo de Compactación con 10cm³/kg CON-AID</i>	90
Anexo 28. <i>Relacion de Soporte de California CBR con 20cm³/kg CON-AID</i>	91

Anexo 29. Ensayo Relación Soporte de California con 20cm ³ /kg CON-AID.....	92
Anexo 30. Ensayo de Compactación con 20cm ³ /kg CON-AID	93
Anexo 31. Relación de Soporte de California CBR Calicata 2 sin Aditivo	94
Anexo 32. Ensayo Relación Soporte de California Calicata 2 sin Aditivo	95
Anexo 33 Ensayo de Compactación Calicata 2 sin Aditivo.....	96
Anexo 34. Analisis Quimico Calicata 1	97
Anexo 35. Analisis Quimico Calicata 2	98
Anexo 36. Analisis Quimico Calicata 3	99
Anexo 37. Certificado de Calibración N° LL-056-2019 pag. 1	100
Anexo 38. Certificado de Calibración N° LL-056-2019 pag. 2	101
Anexo 39. Certificado de Calibración N° LB-110-2019 pag. 1.....	102
Anexo 40. Certificado de Calibración N° LB-110-2019 pag. 2.....	103
Anexo 41. Certificado de Calibración N° LB-110-2019 pag. 3.....	104
Anexo 42 . Certificado de Calibración N° LFP-043-2019 pag. 1	105
Anexo 43. Certificado de Calibración N° LFP-043-2019 pag. 2.....	106
Anexo 44. Certificado de Calibración N° LFP-044-2019 pag. 1	107
Anexo 45. Certificado de Calibración N° LFP-044-2019 pag. 2.....	108
Anexo 46. Recoleccion de Muestra Calicata 1	109
Anexo 47. Recolección de Muestra Calicata 2.	110
Anexo 48. Recolección de Muestra Calicata 3	111
Anexo 49. Calculo del Diseño del Pavimento Rigido sin Aditivo CONAID.....	112
Anexo 50. Calculo del Diseño del Pavimento Rigido sin Aditivo CONAID.....	113
Anexo 51. Calculo del Diseño del Pavimento Rigido sin Aditivo CONAID.....	114
Anexo 52. Calculo del Diseño del Pavimento Rigido con 10cm ³ /Kg CONAID.	115
Anexo 53. Calculo del Diseño del Pavimento Rigido con 10cm ³ /Kg CONAID.	116
Anexo 54. Calculo del Diseño del Pavimento Rigido con 10cm ³ /Kg CONAID.	117
Anexo 55. Calculo del Diseño del Pavimento Rigido con 20cm ³ /Kg CONAID.	118

Resumen

A nivel mundial, las vías son los componentes más importantes para lograr la progresión económica y social de un país, motivo por el cual a través de los años su diseño y construcción ha evolucionado a un ritmo acelerado tan igual como lo hace la tecnología.

Bajo ese contexto la presente investigación logro determinar la influencia de la aplicación del aditivo CON-AID, en la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, según como se explica a continuación:

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg, reduce el valor del Índice de plasticidad en 54% con respecto al índice de plasticidad con una dosificación 0cm³/kg de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 20cm³/kg, reduce el valor del Índice de plasticidad en 94% con respecto al índice de plasticidad con una dosificación 0cm³/kg de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg, aumenta el valor de la relación de soporte (CBR) en 525% con respecto al valor de la relación de soporte (CBR) con una dosificación 0cm³/kg de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 20cm³/kg, **aumenta** el valor de la **relación de soporte (CBR) en 656%** con respecto al valor de la **relación de soporte (CBR)** con una dosificación 0cm³/kg de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg, **reduce el espesor de la capa de rodadura en 10%** con respecto al **espesor de la capa de rodadura** con una dosificación 0cm³/kg del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 20cm³/kg, **reduce el espesor de la capa de rodadura en 15%** con respecto al **espesor de la capa de rodadura** con una dosificación 0cm³/kg del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

Es preciso indicar que el suelo natural tipo de la zona de toma de muestras contiene en mayor porcentaje un alto contenido de finos y sulfatos solubles (S04).

Palabras clave: Pavimentos, Sub-Rasante, Carreteras

Abstract

Globally, the roads are the most important components to achieve the economic and social progression of a country, which is why over the years its design and construction has evolved at an accelerated pace as much as technology does.

Globally, the roads are the most important components to achieve the economic and social progression of a country, which is why over the years its design and construction has evolved at an accelerated pace as much as technology does.

Under this context, the present investigation was able to determine the influence of the application of the CON-AID additive, in the sub-slope of the hydraulic concrete pavement, as explained below:

It was possible to determine that the application of the CON-AID additive with a dosage of 10cm³ / kg, reduces the value of the Plasticity Index by 54% with respect to the plasticity index with a dosage of 0cm³ / kg of the subfloor of the concrete pavement hydraulic, in the district of Santiago de Surco 2019.

It was possible to determine that the application of the CON-AID additive with a dosage of 20cm³ / kg, reduces the value of the Plasticity Index by 94% with respect to the plasticity index with a dosage of 0cm³ / kg of the subfloor of the concrete pavement hydraulic, in the district of Santiago de Surco 2019.

It was determined that the application of the CON-AID additive with a dosage of 10cm³ / kg increases the value of the support ratio (CBR) by 525% with respect to the value of the support ratio (CBR) with a dosage of 0cm³ / kg of the sub-slope of the hydraulic concrete pavement, in the district of Santiago de Surco 2019.

It was possible to determine that the application of the CON-AID additive with a dosage of 20cm³ / kg increases the value of the support ratio (CBR) by 656% with respect

to the value of the support ratio (CBR) with a dosage of 0cm³ / kg of the sub-slope of the hydraulic concrete pavement, in the district of Santiago de Surco 2019.

It was possible to determine that the application of the CON-AID additive with a dosage of 10cm³ / kg, reduces the thickness of the tread layer by 10% with respect to the thickness of the tread layer with a dosage of 0cm³ / kg of the hydraulic concrete pavement , in the district of Santiago de Surco 2019.

It was possible to determine that the application of the CON-AID additive with a dosage of 20cm³ / kg, reduces the thickness of the tread layer by 15% with respect to the thickness of the tread layer with a dosage of 0cm³ / kg of the hydraulic concrete pavement , in the district of Santiago de Surco 2019.

It should be noted that the natural soil type of the sampling area contains a higher percentage of fine fines and solvent sulfates (S04).

Keywords: Pavements, Subgrade, Roads

I. Introducción

1.1. Realidad Problemática (Descripción del Problema)

A nivel mundial, las vías son los componentes más importantes para lograr la progresión económica y social de un país, motivo por el cual a través de los años su diseño y construcción ha evolucionado a un ritmo acelerado tan igual como lo hace la tecnología.

Actualmente, existe mucha expectativa en cuanto a la gestión de infraestructuras, cada vez se buscan nuevas alternativas de solución, que logren mejorar la calidad de los entregables y mermar los costos, en ese sentido la tecnología y la ciencia vienen jugando un rol importante, pues depende de su evolución para alcanzar los mejores patrones de calidad y eficacia.

En ese contexto, instituciones, profesionales y estudiantes vienen realizando diferentes estudios e investigaciones en busca de nuevas alternativas de solución que permitan alcanzar los mejores patrones de calidad y eficacia. Estos estudios vienen siendo dirigidos a revisar el comportamiento y desempeño de los diferentes elementos que componen una infraestructura vial, como son los suelos, el concreto, terraplenes, acero, etc.

Los suelos vienen siendo pieza fundamental en la infraestructura vial, donde sus características físicas y químicas son de gran trascendencia para el diseño del pavimento.

Es por ello que la exploración de los suelos viene siendo de gran ayuda para el desnudo de perfil del suelo. (Ministerio TC, 2014, p. 20).

En algunas ocasiones los suelos no cumplen los estándares mínimos requeridos para la construcción de pavimentos ($CBR < 6\%$), por lo cual, el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, en su Sección Suelos y Pavimentos, recomienda la estabilización de los mismos. En la Tabla 1. podemos evidenciar los

tipos de estabilizadores recomendados según las características y propiedades del suelo explorado.

Tabla 1. *Guía complementaria referencial para la selección del tipo de estabilizador.*

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo ⁽¹⁾	Dosificación ⁽²⁾	Curado (Apertura Al Tránsito) ⁽⁵⁾	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 18% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 o AASHTO M208	A-1, A-2 y A-3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄) < 0.6% Abrasión < 50%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2, A-3, A-4 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas. Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽²⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos. CMO ⁽²⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: Manual de Carreteras, 2014

De la última Tabla podemos observar que para los tipos de estabilizadores denominados “Aceites sulfonados”, el manual no especifica normas de ensayo ni dosificaciones para su empleo.

Dentro de las alternativas para estabilizar suelos, el Manual de Carreteras menciona a los Estabilizadores mecánicos, estabilización por combinación de suelos,

estabilización por sustitución de suelos, estabilización con cal, con cemento, con escoria, con cloruro de sodio, con cloruro de calcio, con cloruro de magnesio, con productos asfálticos y estabilización con geosintéticos. De lo cual observamos que no considera recomendaciones específicas en cuanto a dosificaciones para el uso de estabilizadores a base de Aceites sulfanados (Químicos Iónicos).

Actualmente, el mercado nos ofrece una amplia gama de soluciones para la estabilización de suelos, una de ellas es la utilización de estabilizadores químicos. En ese contexto los versados en carreteras de la Universidad de Texas, Katz Lynn, Rauch Alan, Liljestrand Howard, Harmon Jacqueline, Sha, Kristine, y Albers, Harold en su publicación “Mechanisms of Soil Stabilization with Liquid Ionic Stabilizer”, instruyen discutiendo sobre las prerrogativas que tienen los estabilizadores químicos de suelos, sin embargo, en algunos casos que comprenden suelos con altos contenidos de sulfatos, la estabilización con los productos químicos convencionales ricos en calcio, como por ejemplo los estabilizadores de cal y cemento resultan contraproducentes, pues provocan una hinchazón excesiva, debido a que cuando el calcio, el sulfato y la alúmina presente en el suelos se juntan, forman una serie de hidratos de calcio-sulfato de aluminio lo cual conducen a la formación de etringita y taumasita, una reacción que aguijonea una opulencia significativa del volumen del suelo.

Es aquí donde nace la importancia del uso de estabilizadores que no estén fabricados a base de calcio y puedan ser empleados en suelos con alto contenido de sulfatos. A estos estabilizadores químicos son usualmente conocidos como estabilizadores líquidos.

A pesar de las ventajas mostradas por los estabilizadores anteriormente mencionados, gran parte de ingenieros se manifiestan renuentes al uso de estos. Este rechazo lo podemos atribuir a diferentes causas, una de ellas es la falta de publicaciones de investigación sobre productos estabilizadores que no sean a base de calcio.

Por ese motivo este trabajo de investigación pretende registrar pruebas que permitan validar y fomentar el uso de este tipo de estabilizadores, aplicando diferentes dosis de un estabilizador comercial denominado CON-AID, en un suelo específico.

1.2. Teorías Relacionadas al tema (Variable independiente)

Estabilización de Suelos

La estabilización se refiere a la acción de mejorar las características y propiedades físicas del suelo, empleando diferentes metodologías, equipos y materiales.

Ante de determinar qué tipo de estabilizador se empleará para el refuerzo del suelo, el Manual de Carreteras recomienda, primero identificar el tipo de suelo, según la Figura 2, y segundo seleccionar el tipo de estabilización, según Figura 3.

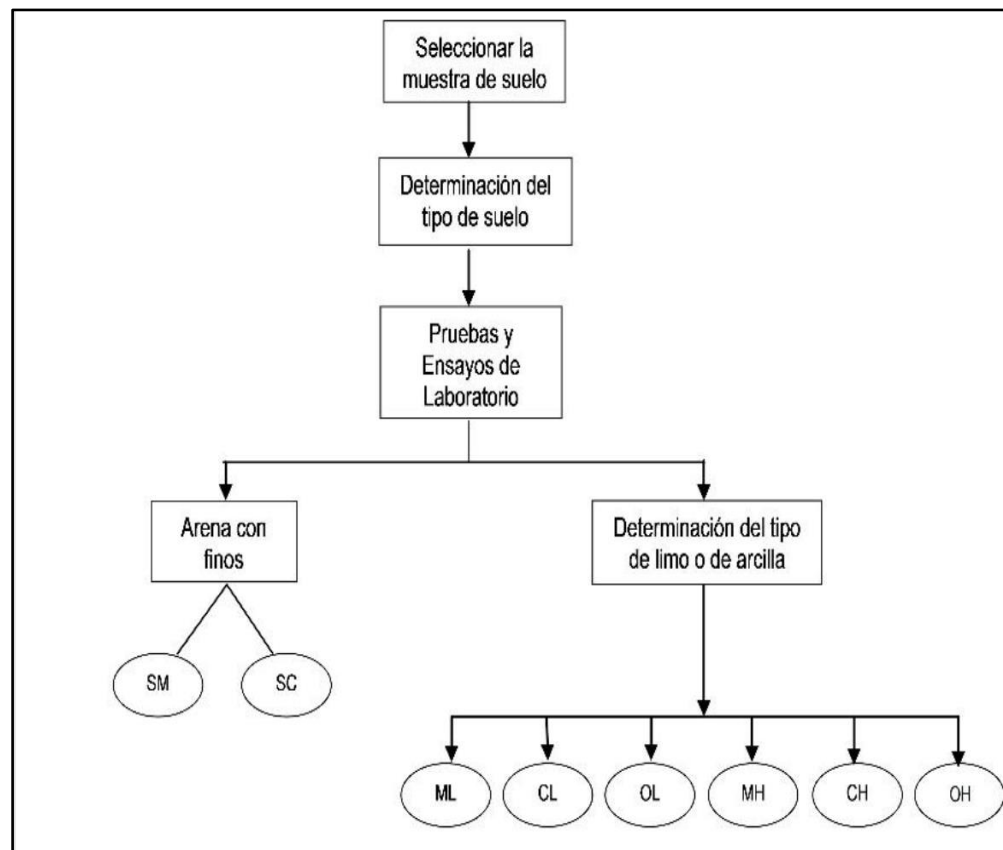


Figura 1. Proceso para la identificación del tipo del suelo.

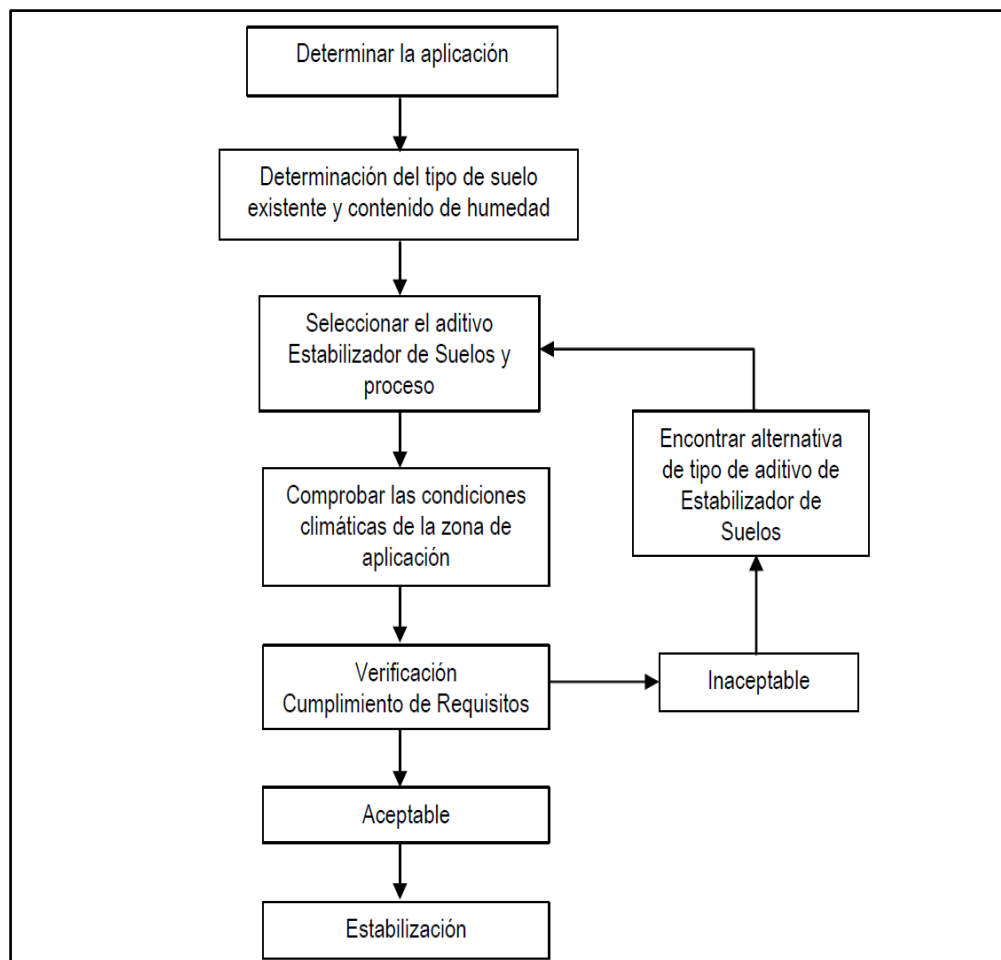


Figura 2. Proceso de selección del tipo de estabilización

El Manual de Carreteras también ofrece una guía referencial para la selección del tipo de estabilizador a ser empleado, según la clase de suelo. La cual se muestra en la Tabla 11.

Tabla 2. Guía referencial para la selección del tipo de estabilizador.

Área	Clase de suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado		Restricción en LL e IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1 A	SW o SP	(1)	Asfalto			
		(2)	Cemento Portland			
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM o SP - SM o SW - SC o SP - PC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		
		(2)	Cemento Portland	IP no excede de 30		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM o SC o SM-SC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2)	Cemento Portland	(b)		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW o GP	(1)	Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla Nº 4.
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2B	GW – GM o GP - GM o GW - GC o GP-GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla Nº 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2C	GM o GC o GM - GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla Nº 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o OH o OL o ML-CL	(1)	Cemento Portland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2)	Cal	IP no menor de 12		
IP = índice Plástico (b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla Nº 200}) / 4$				Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador		Fuente: US Army Corps of Engineers

Fuente: Manual de Carreteras. 2014

Estabilización Química de Suelos

Como su nombre lo indica, se emplean estabilizantes químicos; normalmente se usan cemento, cal, asfalto, cemento portland, entre otros. Con esta forma de estabilización se busca generar una reacción química del suelo para lograr la

modificar las características y propiedades físicas del suelo; y así entregar una mayor capacidad de respuesta a los requerimientos de carga. (RAVINES, 2010, p. 15).

Estabilización Iónica (aceites sulfatados)

Los aceites sulfanados son aceites que han sido tratados químicamente con ácido sulfúrico para hacerlos solubles en agua. Los aceites son ionizados por el ácido sulfúrico generando una carga neta negativa que los hace atraerse a los cationes. Se sabe que estos estabilizadores extraen los cationes y el agua de la estructura de arcilla y crean sílice amorfa (SiO_2) y gibbsite ($\text{Al}(\text{OH})_3$) de las láminas tetraédricas y octaédricas de los minerales de arcilla en el proceso. (HARRIS, 2006, p. 11).

Estabilización CON-AID


CON-AID es un compuesto químico, diseñado para reforzar suelos destinados a la construcción de vías, donde uno de sus principales componentes es un reactivo catiónico, que reemplaza de forma insoluble los cationes endebles existentes en la capa de agua absorbida por suelo y que son los culpables de la inestabilidad.

Este compuesto cambia la propiedad de absorción de agua de los suelos, de hidrofilia (ávidos de agua) a hidrófuga (repelente de agua).

Fuertes moléculas proporcionadas por el estabilizador pueden disociar fácilmente cationes endebles como los del agua y otros metales, y suplirlos establemente.

Por otro lado, las colas hidrofóbicas de dichas moléculas quedan encaminadas hacia afuera de las superficies del mineral de arcilla tapando los poros y capilares de la matriz del suelo. Lo que significa que el agua integrada al régimen se comportara ahora como agua libre, pudiendo ser suprimida avivadamente por evaporación, compactación o efecto gravitatorio.

El tratamiento del suelo con CON-AID provee la acción electroquímica requerida para repeler el agua de los minerales de arcilla. En la Figura 4 se muestra la cartilla del proveedor del producto, indicando dosificaciones estimadas.



Dosificación de CON-AID Súper:

1) Diluir la cantidad de estabilizador determinada (suministrada **Con-Aid Argentina S.A.** en cada caso – con un rango de **2,5 a 4cm³**–) en 1000 cm³ de agua potable. Esta solución agua-producto formada, será el total a aplicar en 100kg de suelo seco.

2) Es decir, que por **cada Kg. de suelo seco** a ensayar se deberán aplicar **10cm³ de esta solución**.

3) Esto formara parte del agua total necesaria para llevar el suelo a la humedad de compactación (Proctor en suelo mas estabilizador). Se recomienda humedecer primero con agua sola hasta aproximarse a dicha humedad y finalizar con la adición de la solución agua-producto conformada, según los kgs. que se están preparando.

Nota: La dosificación en laboratorio entre 2,5 a 4cm³, representa una dosificación en campo de entre **0,006lts/m² a 0,008 lts/m² (0,15m de espesor)**, considerando un valor de Proctor promedio de 1300kg/m³. Este es el rango de dosificación mas usual.

Recomendaciones:

- Se recomienda poner todo el suelo (de una misma clasificación), necesario para realizar todos los ensayos (clasificación, Proctor y CBR, etc.), y dosificarlo todo junto (siempre 1 o 2% por encima de la optima). Con esto se minimizara mas aun el error de dosificación.
- Preparar una nueva solución agua-producto, para cada tipo de suelo, y no a partir de una solución sobrante utilizada anteriormente.

Figura 3. Dosificación del producto.

1.3. Teorías Relacionadas al tema (Variable dependiente)

Suelos

Es un manto escuálido sobre la cáscara terrestre que deriva de la disgregación y/o variación física y/o química de rocas y de residuos de las diligencias de los mamíferos con conciencia (Crespo, 2004, p. 18).

La indagación del suelo es de gran relevancia tanto para la validez del perfil del suelo, como para el mejor esbozo de los pavimentos (MTC, 2014, p. 27).

Para la indagación de suelos se debe realizarse un reconocimiento visual del área y de ello resulta un bosquejo de exploración de campo, para así identificar los tipos de suelo existentes (MTC, 2014, p. 27).

Las perforaciones se situarán en forma variada, dentro de la calzada, a trechos semejantes, tal como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 3. *Número de calicatas exploración de suelos*

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles		Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.		4 calicatas x km	
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.		3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.		2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.		1 calicatas x km	

Fuente: Manual de Carreteras 2014

Los tamaños de las catas alteradas pueden variar a criterio del responsable de la exploración, pero se sugiere que, para la clasificación visual debe ser de 0.50 kg., para el análisis granulométrico debe ser entre 0.50 a 2.50 kg., para ensayos de compactación debe ser entre 20 a 40 kg. (MTC, 2014, p. 15).

La profundidad de las calicatas para carreteras, deben ser de al menos 1.5 m medido desde la capa superior de la sub-rasante hacia abajo (MTC, 2014, p. 18).

Clasificación de Suelos AASHTO

El Manual de Carreteras en su Sección suelos y pavimentos no facilita la Figura 5 con el fin de representar gráficamente el perfil típico de los suelos explorados:

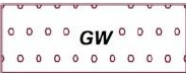














	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
		Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa	
		Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico	
		Turba, suelo considerablemente orgánico	

Figura 4. Signos convencionales para perfiles de calicatas AASHTO

Clasificación de Suelos SUCS

El Manual de Carreteras en su Sección suelos y pavimentos nos facilita la Figura 6, con el fin de representar gráficamente el perfil típico de los suelos explorados:

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Figura 5. Signos convencionales para perfiles de calicatas SUCS.

Asimismo, existe una correlación entre los dos sistemas de clasificación de los suelos, la misma que se muestra en la Tabla 13.

Tabla 4. Correlación entre tipo de suelos AASHTO Y SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A - 2	GM, GC, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

Sub-rasante

Es el suelo original, nivelado y densificado, sobre el que se construye la estructura del pavimento (ICPA, 2014, p. 19).

Para el esbozo de pavimentos se discurren algunos principios importantes, por ejemplo, la sub-rasante, de la calidad de esta, depende el espesor que debe tener el revestimiento (Montejo Fonseca, 2002, p. 25).

Análisis Granulométrico suelos por tamizado

Este análisis pretende representar la repartición de las corpulencias que posee un agregado mediante el tamizado. A partir de la cual se puede estimar propiedades de interés del suelo.

Este análisis tiene por designio decretar la simetría de sus desiguales elementos integrantes, catalogados según su corpulencia (MTC, 2013).

En la tabla 14 se muestra los tamices de malla cuadrada, así como su abertura en milímetros.

Tabla 5. *Tamices y aberturas*

Tamices	Aberturas (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 10	2,00
Nº 16	1,100
Nº 20	0,840
Nº 30	0,590
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 140	0,106
Nº 200	0,0075

Fuente: Manual de ensayos de materiales de 2014

Los procedimientos para mencionado ensayo se encuentran descritos en el Manual de Ensayos de Materiales de 2014, MTC E 107.

Límites de Atterberg

Cuando en un suelo hay presencia de arcilla se debe medir con qué facilidad este puede ser desfigurado; en el caso de los suelos finos, la consistencia depende de los diferentes porcentajes de incluidos de agua pues con un costoso contenido de agua el suelo chorreará como un líquido y con un contenido de agua bajo este tipo de suelo tenderá a comportarse como un sólido frágil (RAVINES, 2010, p. 27).

Límite líquido

Es la existencia de un agua en porcentaje que se encuentra en el límite entre el estado líquido y el estado plástico, (RAVINES, 2010, p. 27).

Límite plástico

La plasticidad es la diferencia porcentual entre el límite líquido y el plástico. El Índice plástico representa el rango de humedad en el cual una fracción fina se encuentra en estado plástico (Das, 2001).

Índice plástico

Indica la plasticidad del suelo, cuanto más alto es la media, el suelo será más débil (RAVINES, 2010, p. 29).

Valor de relación de soporte

El valor de relación de soporte también conocido como CBR (california bearing ratio) (Manual de ensayos de materiales, 2014, p. 248).

La relación de soporte es la firmeza que tiene el suelo ante las distorsiones por la presencia de cargas. Además, está conexo con la densidad y su humedad, los suelos atiborrados poseen caída capacidad de soporte en cotejo a los no atiborrados. En pocas frases, el CBR se usa para valorar la firmeza del suelo (Morales, 2015, p. 25).

El CBR, es una cata que simula la concentración de cargas y sus distorsiones (Morales, 2015, p. 25).

En el Manual de vías se categoriza la Sub rasante de acuerdo a su CBR, según la Tabla 15.

Tabla 6. *Categorización de Sub-rasante*

Categorías de Sub-rasante	CBR
S0 : Sub-rasante Inadecuada	$CBR < 3\%$
S1 : Sub-rasante insuficiente	$CBR \geq 3\%$ a $CBR < 6\%$
S2 : Sub-rasante regular	$CBR \geq 6\%$ a $CBR < 10\%$
S3 : Sub-rasante buena	$CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$
S4 : Sub-rasante muy buena	$CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30\%$
S5 : Sub-rasante excelente	$CBR \geq 30\%$

Fuente: Manual de Carreteras 2014

Los procedimientos para mencionado ensayo se encuentran descritos en el Manual de Ensayos de Materiales de 2014, MTC E 132.

Pavimentos

Es una estructura de varios capuces sobre la sub-rasante, destinada a resistir y distribuir energías. Por lo general está entendida por: el revestimiento, la firme y el cimientto. (MTC, 2014, p. 25).

“Tradicionalmente, los pavimentos se han dividido en dos grandes categorías; rígidos y flexibles. Estos términos, [...] responden en buena medida a cómo reaccionan frente a las cargas y al ambiente” (ICPA, 2014, p. 16)

Pavimentos de Concreto Hidráulico

Es una estructural compuesta principalmente de concreto, mayor mente compuesta con una firme que sirve de colchón para el revestimiento.

El Manual de Carretera, nos dice que “los pavimentos de concreto reciben el apelativo de “rígidos” a que el revestimiento está compuesto por concreto que la constituye” (MTC. 2014, p. 211).

Los pavimentos de hormigón simple son los más habitualmente empleados debido a su confiabilidad y menor costo (ICPA, 2014 p. 17).

Base

“Es la capa ubicada debajo de la calzada de concreto” (ICPA, 2014, p. 19).

Su trabajo es estructural, la cual es, repartir las cargas que recibe del revestimiento hacia el suelo.

La colocación de una base de calidad mejor a la sub-rasante, da la opción desarrollar el coeficiente de reacción k de esbozo, por lo cual deberá aplicarse la ecuación de la figura 7:

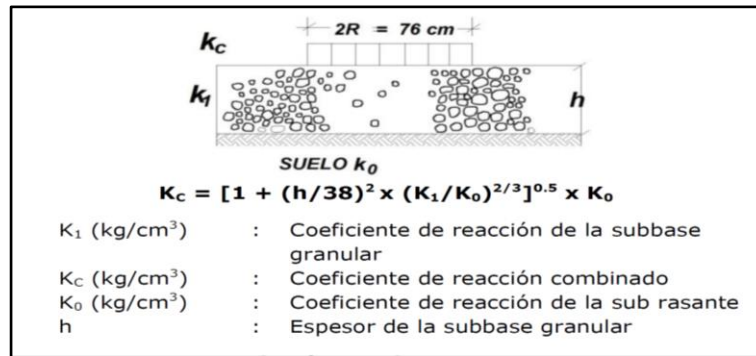


Figura 6. Coeficiente de reacción combinado (K_c).

Asimismo, el Manual de carreteras, exhorta el uso de CBR exiguos para la firme granular del pavimento rígido según su intensidad de tráfico expresado en EE, de acuerdo a la Tabla 16.

Tabla 7. CBR mínimo de base granular pavimentos rígidos vs intensidad de tráfico en EE.

Tráfico	Requerimiento
Para Tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	CBR mínimo 40 % (1)
Para Tráfico $< 15 \times 10^6$ EE	CBR mínimo 60 % (1)

Fuente: Manual de Carreteras 2014

(1) Referido al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1” (2.5 mm).

Metodología de Diseño AASHTO 93

Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de revestimiento de concreto hasta que la igualdad AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto matemático finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se origine un menos cabo del nivel de servicio menor al querido.

La ecuación de AASHTO se muestra en la figura 8:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura 7. Espesor del revestimiento.

1.4. Formulación del Problema

Problema General

¿De qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019?

Problemas Específicos

¿De qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el valor del índice de plasticidad de la Sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019?

¿De qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el valor de relación de soporte de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019?

¿De qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el espesor de la capa de rodadura del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019?

1.5. Justificación del Estudio

Sabemos que, un suelo clasificado como pobre necesita ser estabilizado, lo cual conlleva el empleo de químicos y uso de material de préstamo. Este último repercute en el diseño de espesores de las capas.

La investigación se realiza con el fin de tener un alcance sobre diseño de un pavimento de concreto hidráulico con un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, reforzado con aditivo CON-AID, empleando adecuadamente las normas y procedimientos vigentes para el diseño de carreteras, lo cual permitirá ampliar la gama de conocimiento sobre el empleo de estabilizadores de suelos químicos iónicos.

Esta investigación se justifica debido a que se basa en la aplicación del aditivo CON-AID y cómo influye en el Índice de plasticidad, en los resultados de los ensayos de CBR, diseño los espesores de la base y capa de rodadura para el pavimento de concreto hidráulico.

1.6. Hipótesis

Hipótesis General

La aplicación del aditivo CON-AID, mejora la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

Hipótesis Específicos

La aplicación del aditivo CON-AID, reduce el valor del índice de plasticidad del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019

La aplicación del aditivo CON-AID, aumenta el valor de relación de soporte de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019

La aplicación del aditivo CON-AID, reduce el espesor de la capa de rodadura del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019

1.7. Objetivos de la Investigación

Objetivo General

De qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019

Objetivos Específicos

Determinar de qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el valor del índice de plasticidad del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019

Determinar de qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el valor de relación de soporte de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019

Determinar de qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el espesor de la capa de rodadura del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019

1.8. Trabajos Previos (Antecedentes)

Se ha tomado en cuenta las siguientes tesis y publicaciones, todo debidamente relacionado con las variables mostradas en esta investigación las cuales son, puntos que han sido tomado como parte esencial para la elaboración de la presente investigación, las cuales se detallaran a continuación:

A Nivel Internacional

KATZ, Lynn, RAUCH, Alan, LILJESTRAND, Howard. Evaluation of nontraditional soil and aggregate stabilizers: a summary [en línea]. Texas: Center for transportation research the university of Texas at Austin, 2003 [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

<https://pdfs.semanticscholar.org/b35f/976a9619c80dd87ea15b3858866b097732.pdf>

Los versados en suelos de la Universidad de Texas, Katz Lynn, Rauch Alan, Liljestrand Howard, Harmon Jacqueline, Sha, Kristine, y Albers, Harold en su publicación “Mechanisms of Soil Stabilization with Liquid Ionic Stabilizer”, instruyen discutiendo sobre las prerrogativas que tienen los estabilizadores químicos de suelos, debido que, en algunos casos suelos con altos contenidos de sulfatos, la aplicación de estabilizadores químicos convencionales ricos en calcio, resultan contraproducentes, pues provocaron una hinchazón excesiva, debido a que, el calcio, el sulfato y la alúmina presente en los suelos forman una serie de hidratos de calcio-sulfato de aluminio lo cual conducen a la formación de etringita y taumasita, una reacción que aguijonea una opulencia significativa del volumen del suelo.

Continúan su discusión, hablando sobre productos químicos que no están basados en calcio y se aplican a suelos con alto contenido de sulfatos, estos estabilizadores químicos se comercializan como líquidos concentrado y que se

diluyen en agua en el sitio de la construcción y luego son dispersados antes de la compactación.

A pesar de las ventajas ofrecidas por varios estabilizadores de suelos no tradicionales, gran parte del sector se muestra reacio al uso de estos productos. Si bien esta falta de acogida puede atribuirse a varios motivos, una de ellas es la falta de publicaciones de investigación de productos estabilizadores que no sean a base de calcio, otra procedencia es la falta de métodos de pruebas de laboratorio que puedan usarse de manera efectiva para predecir el desempeño en el campo. Además, las fichas adjudicadas por los vendedores de estos productos a menudo son inadecuados e insuficientes.

Para su investigación se seleccionó un producto representativo de estabilizadores líquidos de suelo. Se cree que el producto funciona a través del intercambio de cationes y el remplazo dentro de la red de arcilla mineral por lo cual el producto se clasifica como un estabilizador iónico.

El suelo en el cual se aplicó el componente estabilizador es un suelo arcilloso puro denominado SWy-2, cuyas características químicas se pueden advertir en la Tabla 2.

Tabla 8. *Propiedades del Suelo SWy-2*

Property	Formula
Chemical formula	$(\text{Ca}_{0.12} \text{Na}_{0.32} \text{K}_{0.05})[\text{Al}_{3.01} \text{Fe(III)}_{0.41} \text{Mn}_{0.01} \text{Mg}_{0.54} \text{Ti}_{0.02}]$ $[\text{Si}_{7.98} \text{Al}_{1.02}]\text{O}_{20}(\text{OH})_4$
Octahedral charge (per unit formula)	-0.53
Tetrahedral charge (per unit formula)	-0.02
Interlayer charge (per unit formula)	-0.55
Cation exchange capacity (CEC)	76.4 meq/100 g
External surface area (N ₂ BET)	31.82 +/- 0.22 m ² /g
Impurities	Quartz
(detected from IR spectroscopy)	Iron (III) - moderate content Carbonate - trace

Fuente: Mechanisms of soil stabilization with liquid ionic stabilizer.

Luego, se sugirió un proceso que permita que los estabilizadores iónicos (aceite sulfonado) puedan modificar la fracción de arcilla del suelo. Este proceso radica en

excluir los cationes de la trama, lo que acarrea a la desintegración del mineral de arcilla y la expulsión de agua de la doble capa. De esta manera, la transformación del mineral de arcilla calca el proceso natural de la intemperie que, a lo largo del tiempo geológico, conduciría a una fase de arcilla más estable, simplemente aumenta la velocidad del proceso de intemperización.

De sus resultados, se puede resumir que se pueden lograr cambios significativos mediante la adición de ácido sulfúrico o limoneno sulfonado, pero es necesario realizar pruebas similares que proporcionen datos cuantitativos. Además, los corolarios de este trabajo resaltan la categoría de la dosificación recomendada por el proveedor.

Por otro lado, en una investigación realizada por Esmat Tavakoli para la Universidad Texas en Arlington titulada “Laboratory Evaluation of TX-PROCHEM as an Ionic Liquid Soil Stabilizer”, nos narra sobre el procesamiento químico de un pavimento y un suelo de cimentación que se efectuó para corregir la capacidad de trabajo durante la compactación, acrecentar la resistencia y la rigidez de una capa de cimentación, y controlar la cortedad y la tumefacción a causa de la humedad y/o el friaje. En la presente disertación, se justipreció un estabilizador iónico líquido (Tx ProChem) para reducir el posible hinchamiento y optimar la resistencia de una arcilla expansiva de Texas. La pesquisa presentada en este documento valora en qué medida los tratamientos químicos cambiaron las propiedades relevantes del suelo. Se desarrolló una cata de mineralogía para identificar el mineral de arcilla despótica en el suelo de prueba, y así cuantificar mineral del suelo no tratado. Según con las pruebas básicas, el suelo se clasificó como arcilla plástica alta con un 77% de tamiz de paso. Los resultados de la prueba Tx ProChem mostraron una reducción en el posible hinchamiento y una densidad seca máxima de las catas de suelo a consecuencia de la adición del estabilizador. La densidad seca máxima disminuyó con un aumento en el contenido de estabilizador.

Las catas de límite de Atterberg se ejecutaron en suelo no tratado y en un suelo estabilizado, las dosificaciones se muestran en la Tabla 3, y los resultados se exponen en la Tabla 4.

Tabla 9. *Different dosage properties*

Dosage unit	First (A)	Second (B)	Third (C)
Concentrate (ml)	5	5	10
Surfactant (g)	0.057	0.057	0.114
Distilled water (Gallon)	1	2	1

Fuente: Laboratory Evaluation of TX-PROCHEM as an Ionic Liquid Soil Stabilizer.

Tabla 10. *Atterberg Limit Results of Different Dosages*

Atterberg Limit	LL	PL	PI
Untreated	76%	18%	58
First Ratio	72%	15%	57
Second Ratio	79%	29%	50
Third Ratio	69%	43%	26

Fuente: Laboratory Evaluation of TX-PROCHEM as an Ionic Liquid Soil Stabilizer.

De los resultados podemos observar que el índice de plasticidad disminuye considerablemente, de 58% en la muestra sin tratar a 26% en la tercera muestra tratada.

En la figura 1. se muestra los límites de Atterberg versus las dosificaciones del producto en investigación.

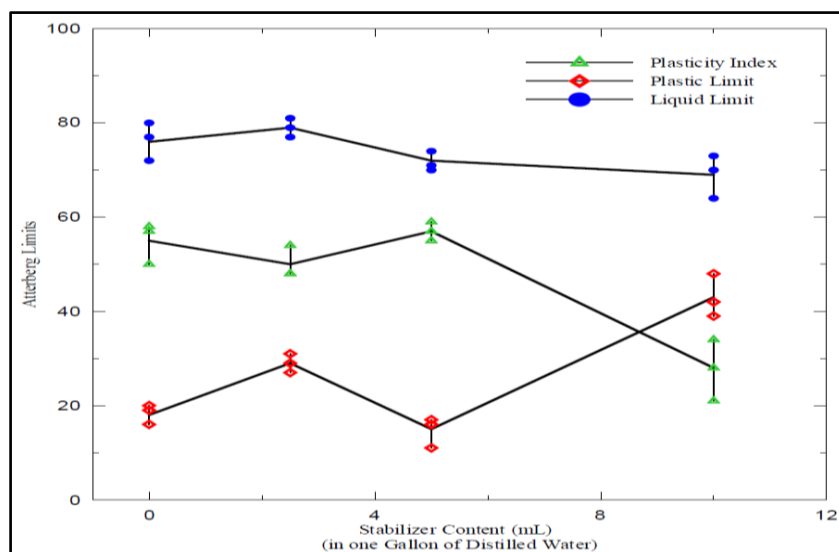


Figura 8. Effects of different dosages under Atterberg limits.

BOTASSO, Gerardo, FENSEL, E, RICCI, L. Estabilizantes iónicos de suelos para la construcción [en línea]. Argentina: Centro de investigaciones viales, Universidad Tecnológica nacional, [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

https://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2011/12/2003_Estabilizantes-Ionicos-de-Suelos_SAM-CONAMET.pdf

Los duchos en líneas Botasso, Fensel y Ricci en un estudio del centro de Investigación Viales de Argentina, denominado “Estabilizantes iónicos de suelos para la construcción”, plantea inicialmente evaluar los riesgos contaminantes que poseen estos productos y así establecer métodos que nos ayude a medir la eficiencia del agente estabilizador. Para lo cual se ejecutaron catas fisicoquímicas, con el fin de detectar sus principales características.

En la Tabla 5. se ve la variación de Limites de Atterberg y de pH según los diferentes suelos que se usaron como muestra

Tabla 11. *Limites Atterberg y Ph de suelos con aditivo*

Muestras	Límites			pH
	LL	LP	IP	
Muestra 1	52	29	23	7.60
Muestra 2	53	27	26	7.30
Muestra 3	54	24	30	7.94

Fuente: Estabilizantes iónicos de suelos para la construcción

Finalmente, recomiendan el uso de los mencionados estabilizadores a pesar de su compleja y variada composición, debido a que se observan marcadas mejoras en los suelos tratados.

A Nivel Nacional

DÍAZ García, Juan Carlos. Estudio de estabilización de suelos con el sistema Consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2018.

Juan Díaz, en un estudio sobre el estabilizador de suelos denominado Consolid, el cual empleo para mejorar el camino vecinal Yántalo, efectuó nueve (09) perforaciones en donde obtuvo en como resultado de los ensayos sin usar aditivo, lo indicado en la siguiente Tabla

Tabla 12. *Resultados de ensayos con muestras sin tratar.*

ENSAYOS	MUESTRAS SIN ADITIVO								
	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3	Calicata 4	Calicata 5	Calicata 6	Calicata 7	Calicata 8	Calicata 9
CBR 100 %	6.75	9.17	11.59	6.97	11.59	11.15	11.15	10.89	9.97
CBR 95 %	4.35	6.10	7.30	5.00	6.40	7.80	7.00	6.80	6.40
M.D.S.	1.72	1.87	1.77	1.87	1.895	1.85	1.84	1.85	1.860
% H.O.	18.40	13.60	15.40	13.50	13.50	15.42	13.35	13.65	13.50
% H.N.	18.29	23.70	25.61	24.38	20.59	26.16	27.33	27.27	20.24

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la investigación de Juan Díaz.

En la Tabla 7. Se muestran los resultados de los mismos ensayos, pero con el aditivo incluido a una razón de 0.007 litros por cada metro cuadrado.

Tabla 13. *Resultados de ensayos con muestras tratadas.*

ENSAYOS	MUESTRAS CON ADITIVO								
	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3	Calicata 4	Calicata 5	Calicata 6	Calicata 7	Calicata 8	Calicata 9
CBR 100 %	8.95	12.83	12.83	8.73	12.10	12.61	12.83	13.57	11.15
CBR 95 %	6.53	7.92	8.36	6.16	7.26	9.25	8.30	8.87	7.26
M.D.S.	1.75	1.90	1.83	1.915	1.93	1.90	1.87	1.83	1.89
% H.O.	15.40	11.30	12.50	11.50	11.40	12.20	11.50	12.50	11.40
% H.N.	15.38	11.60	12.58	11.49	11.50	12.51	11.56	12.76	11.63

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la investigación de Juan Díaz.

Esta investigación nos da una idea ciertos parámetros para la dosificación del producto, así, como un antecedente de que el aditivo materia de estudio de este trabajo, ayuda a mejorar el CBR, lo cual refuerza ría mi hipótesis de reforzamiento.

Bada y Delva en su trabajo con el Aditivo CON-AID para Atenuar la Plasticidad del Material en una vía peruana, nos muestra la variación del CBR en relación a la proporción del aditivo en cuestión, según Tabla 8, y 9. nos muestra la variación de los límites líquidos, límites plásticos y el índice de plasticidad en relación a la proporción del aditivo en cuestión.

Tabla 14. *CRB vs proporción del aditivo*

	Características	CBR		
		Espécimen #1	Espécimen #2	Espécimen #3
0,9 L de aditivo en 30 m³	Normal	8	10	11
	1 día de secado	15	13	7
	3 días de secado	17	17	17
1,0 L de aditivo en 30 m³	Normal	22	18	15
	1 día de secado	9	16	12
	3 días de secado	19	19	25
1,1 L de aditivo en 30 m³	Normal	27	18	26
	1 día de secado	13	15	13
	3 días de secado	26	21	18
1,5 L de aditivo en 30 m³	Normal	27	19	19
	1 día de secado	11	13	13
	3 días de secado	21	27	18

Fuente: Bada y Delva, 2016.

Tabla 15. *Limites vs proporción de aditivo*

	Características	Límite Líquido LL	Límite Plástico LP	IP
0,9 L de aditivo en 30 m³	Normal	---- *	---- *	---- *
	1 día de secado	31	14	17
	3 días de secado	29	15	14
1,0 L de aditivo en 30 m³	Normal	28	17	11
	1 día de secado	31	15	16
	3 días de secado	29	13	16
1,1 L de aditivo en 30 m³	Normal	30	14	16
	1 día de secado	30	13	17
	3 días de secado	30	14	16
1,5 L de aditivo en 30 m³	Normal	30	14	16
	1 día de secado	31	14	17
	3 días de secado	29	14	15

Fuente: Bada y Delva, 2016.

De las tablas podemos observar una mejora en el CBR y en el índice de plasticidad según la dosificación suministrada.

Por otro lado, RAMOS Pereira, Matilde Lorena. Mejoramiento de la capacidad de soporte del suelo a nivel de sub-rasante a través de la utilización del sistema rocamix entre la prolongación de la avenida San Antonio de Padua y de la calle 04 de la asociación de vivienda 2 de octubre del centro poblado San Antonio – Moquegua, 2017. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2019.

Ramos y Matilde en su trabajo sobre perfeccionamiento de soporte del suelo a nivel sub-rasante a través de la utilización del sistema Rocamix en el centro poblado San Antonio de Moquegua en el 2017, en una comparación de suelos sin estabilizar versus suelos estabilizados con diferentes estabilizadores tradicionales en el mercado y el estabilizador Rocamix, nos entrega la Tabla 10.

Tabla 16. *Suelo sin estabilizar vs suelos estabilizados.*

Descripción	CBR	e (mm)	e (cm)
Para sub rasante sin estabilizante	14,50 %	126,64	12,66 cm
Para sub rasante con sistema rocamix	66,33 %	65,77	6,57 cm
Para sub rasante con cemento	77,00 %	66,41	6,64 cm
Para sub rasante con cal	55,00 %	66,64	6,66 cm

Fuente: Ramos y Matilde, 2017.

Podemos observar como el CBR mejora notablemente de 14.50 % a 66.33% y como el espesor del afirmado disminuye considerablemente de 123.64 mm a 65.77 mm, con la aplicación del estabilizador Rocamix.

II. Método

Método

2.1. Diseño y Tipo de investigación

Este trabajo de investigación es de diseño experimental debido a que se determina las consecuencias que el aditivo CON-AID genera en el diseño del pavimento de concreto hidráulico, es decir, manipulando a la variable independiente en un grado de “presencia – ausencia” se evalúa las consecuencias en la variable dependiente.

Este trabajo de investigación es de tipo aplicada, debido a que se emplea teorías y tecnologías ya establecidas para la solución de los problemas reales.

2.2. Operacionalización de variables

En la Tabla 17 se muestra la Operacionalización de variables.

Tabla 17. *Operacionalización de variables.*

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Independiente			
Aplicación del aditivo	-----	Dosificación del Producto de acuerdo a especificaciones técnicas del fabricante	Especificaciones técnicas del fabricante
Dependiente	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico	Valor del índice de plasticidad de la Sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico	Reduce el valor del índice de plasticidad entre 0 a 10 unidades	Ensayo MTC E 110 / 111
	Valor de relación de soporte de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico	Aumenta el valor del CBR entre 10% a 20%	Ensayo MTC E 132
	Espesor de la capa de rodadura del pavimento de concreto hidráulico	Reduce el espesor de la capa de rodadura del pavimento de concreto hidráulico entre 1 a 3 pulg.	Metodo ASSHTO

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de Consistencia

En la Tabla 18 se muestra la Matriz de consistencia

Tabla 18. *Matriz de consistencia*

FORMULACIÓN DEL PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Independiente	
¿De qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019?	Determinar de qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019	La aplicación del aditivo CON-AID, mejora la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.	Aplicación del aditivo	-----
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICO	Dependiente	DIMENSIONES
¿De qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el valor del índice de plasticidad de la Sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019?	Determinar de qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el valor del índice de plasticidad del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019	La aplicación del aditivo CON-AID, reduce el valor del índice de plasticidad del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019	Sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico	Valor del índice de plasticidad de la Sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico
¿De qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el valor de relación de soporte de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019?	Determinar de qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el valor de relación de soporte de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019	La aplicación del aditivo CON-AID, aumenta el valor de relación de soporte de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019		Valor de relación de soporte de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico
¿De qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el espesor de la capa de rodadura del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019?	Determinar de qué manera influye la aplicación del aditivo CON-AID, en el espesor de la capa de rodadura del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019	La aplicación del aditivo CON-AID, reduce el espesor de la capa de rodadura del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019		Espesor de la capa de rodadura del pavimento de concreto hidráulico

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

Población

A la hora que se define cuál será la unidad de análisis, se sigue a demarcar la población que va a ser empollada y sobre la cual se proyecta generalizar los resultados. (Arias, 2012, p. 174).

Sobre lo expuesto, en el actual trabajo de investigación se usará como población el área comprendida dentro las instalaciones de la Base Aérea Las Palmas, ubicada en el Distrito de Santiago de Surco, la cual tiene 1'406,026.00 metros cuadrados.

En la Figura 9. se muestra el área de la población, la cual está ubicada en la Base Aérea de las Palmas de la Fuerza Aérea del Perú en el distrito de Santiago de Surco.



Figura 9. Población.

Muestra

En relación al concepto sobre muestra los autores Hernández, Fernández y Baptista (2012) expresan lo siguiente:

Es difícil medir toda la población por tal motivo se selecciona ratios representativas, a la cual denominaremos muestra (p. 170).

Sobre lo expuesto, en el actual trabajo de investigación se usará como muestra la calle Pedro Paulet ubicada en la Base Aérea Las Palmas, donde el cual se proyecta construir la estructura de Pavimento de concreto hidráulico, el cual tiene una distancia transversal al eje de 5.30 m y una distancia longitudinal de 2,760.00 m, siendo un área aproximada de 14,628.00 metros cuadrados.

En la Figura 10. Se muestra la calle Pedro Paulet ubicada en la Base Aérea Las Palmas.

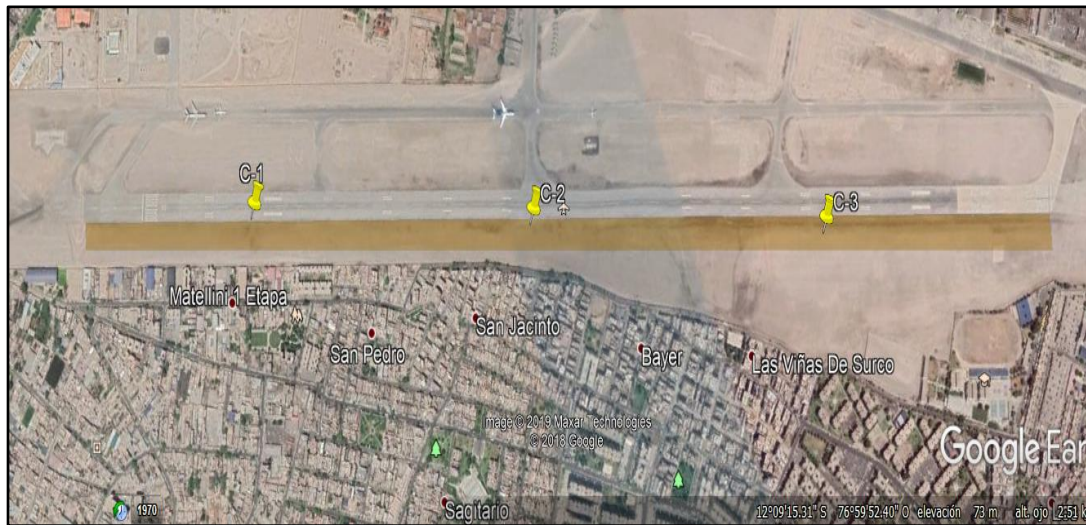


Figura 10. Ubicación de Calicatas

Es preciso indicar que para se optó por realizar 3 calicatas tomando en consideración lo indicado en la tabla 12 de la presente investigación.

Es preciso señalar que el diseño del espesor de la capa de rodadura se realizó siguiendo los lineamientos del Manual de Carteras del Ministerio Transporte la misma que acoge las recomendaciones AASHTO de 1993, cuyos valores y procedimiento se Anexan en la presente Investigación.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que serán empleadas en la presente investigación serán las especificadas por el especialista de técnico de laboratorio en los diferentes formatos los mismos que se ciñen a las diferentes normas, como lo son; el Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones AASHTO, Estándares ASTM, y demás publicaciones enlistadas en la bibliografía de la presente investigación.

Validez

Para los autores Baptista, Fernández y Hernández (2012) el concepto validez en la presente investigación corresponde a en términos universales, se refiere al valor en que una herramienta realmente mide la variable (p. 211).

En este caso el proceso de validez se obtiene a través del adecuado proceso en el desarrollo de los ensayos, los mismo que están enmarcados al Manual de Ensayos de Materiales, Normas Técnicas Peruana y los estándares ASTM. Asimismo, el laboratorio en donde se realizarán los ensayos cuenta con certificación vigente.

Confiabilidad

Según el punto de vista de los escritores Hernández, Fernández y Baptista (2012) engloban este concepto de confiabilidad, el cual determina todo lo relacionado

a que una herramienta de medición se refiere al nivel en que su aplicación reiterada al mismo individuo u objeto produce resultados semejantes (p. 200).

En este caso el proceso de confiabilidad se obtiene al realizar los ensayos en un laboratorio certificado. Asimismo, todos los ensayos serán realizados por el especialista en laboratorio, el mismo que se encuentra debidamente capacitado.

2.5. Método de análisis de datos

Según (Arias, 2004, p. 23), los procesos de análisis de datos describen las distintas rutinas a las que serán sometidos los datos que se obtenga”.

Teórico interpretativo, debido a que se tomó los resultados de los ensayos, y fueron analizados y contrastados con trabajos similares, asimismo se tomó en consideración los parámetros y estándares establecidos en las normas AASHTO-93 Norma ASTM Manual de Carreteras MTC, Manual de Ensayos de Materiales, entre otras referencias.

2.6. Aspectos Éticos

Se tomó antes que nada el respeto a la Propiedad Intelectual la cual se pone en manifiesto cuando se respetan las normas: - AASHTO 1993. - Norma ASTM. - Normas Técnica Peruana y se efectúan las adecuadas citas bibliográficas,

Asimismo, se consideró la veracidad de los resultados, la cual se pone en manifiesto con la responsabilidad y honestidad con que se elaboró el estudio y los ensayos.

III. Resultados

El sondeo y pesquisa de los suelos de fundación es de suma importancia para establecer y conocer sus características, lo cual nos servirá posteriormente para un diseño adecuado del pavimento. La toma de muestra debe ser la adecuada a fin de garantizar la fiabilidad de los resultados (MTC, 2014, p. 27).

Los suelos explorados serán explicados y catalogados según lo establecido en el manual de Pavimentos vigente, la misma que acoge la clasificación AASHTO y SUCS.

La granulometría simboliza la repartición de las dimensiones que tiene cierta porción de tierra la misma que se efectúa según el ensayo MTC E107. (MTC, 2014, p. 33).

En las figuras 11, 12 y 13, nos muestran un resumen de los ensayos granulométricos por tara, la misma que está dividida en tres categorías (Grava, Arena y Finos), de lo cual podemos observar que, de las muestras tomadas, existe un gran porcentaje de contenido de finos.

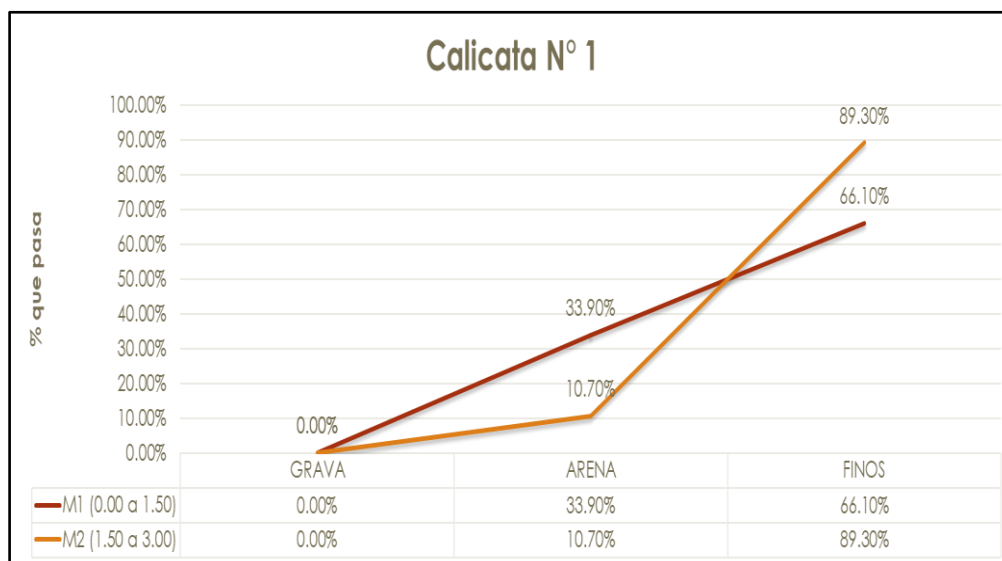


Figura 11. Resumen granulometría Calicata N° 1.

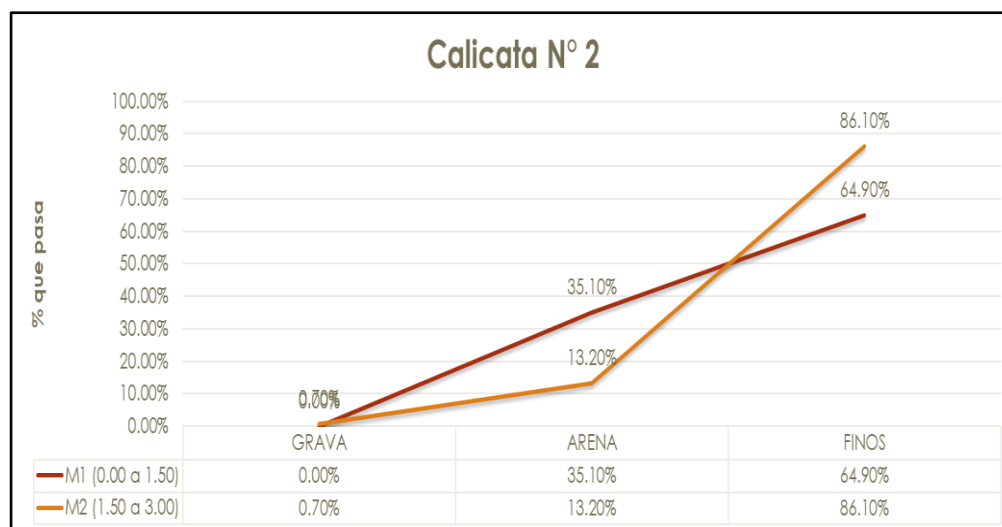


Figura 12. Resumen granulometría Calicata N° 2.

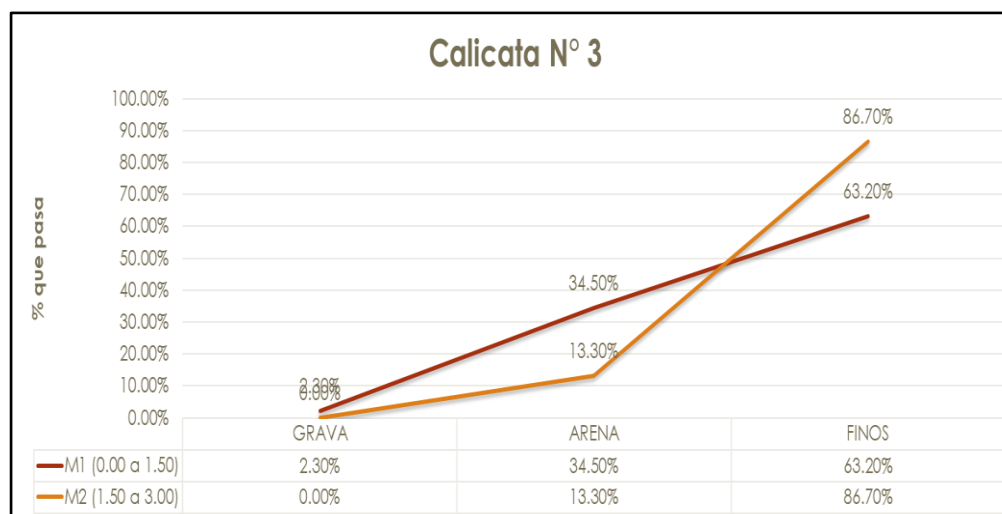


Figura 13. Resumen granulometría Calicata N° 3.

En la Tabla 19, se muestra el resultado del contenido de Sulfatos.

Tabla 19. *Análisis Sulfatos Solubles (S04).*

Análisis Químico	Valores Maximos Admisibles	Resultados		
		C-01		Promedio
		M-1	M-2	
Sulfatos Solubres (S04)	0.10%	0.20%	0.13%	0.17%

Fuente: Análisis Químico

Asimismo, es preciso señalar que en la Tabla 1, se precisan los parámetros requeridos para la aplicación de estabilizadores Químicos Iónicos y una de ellas es el alto porcentaje de finos presentes en el suelo, otro, es el alto porcentaje de Sulfatos. En ese sentido nuestro suelo se encuentra enmarcado en mencionados parámetros, lo que lo hace idóneo para la presente investigación.

En las figuras 14 y 15 se muestran los resultados del ensayo de Índice Plástico realizados a la calicata N° 2, en donde en una primera muestra se aplica la dosificación de 10 cm³/kg del aditivo CON-AID y en una segunda muestra se aplica una dosificación de 20 cm³/Kg, de lo cual podemos observar una reducción en su valor proporcional a la dosificación. Los resultados concuerdan con la Hipótesis específica propuesta para la presente investigación.

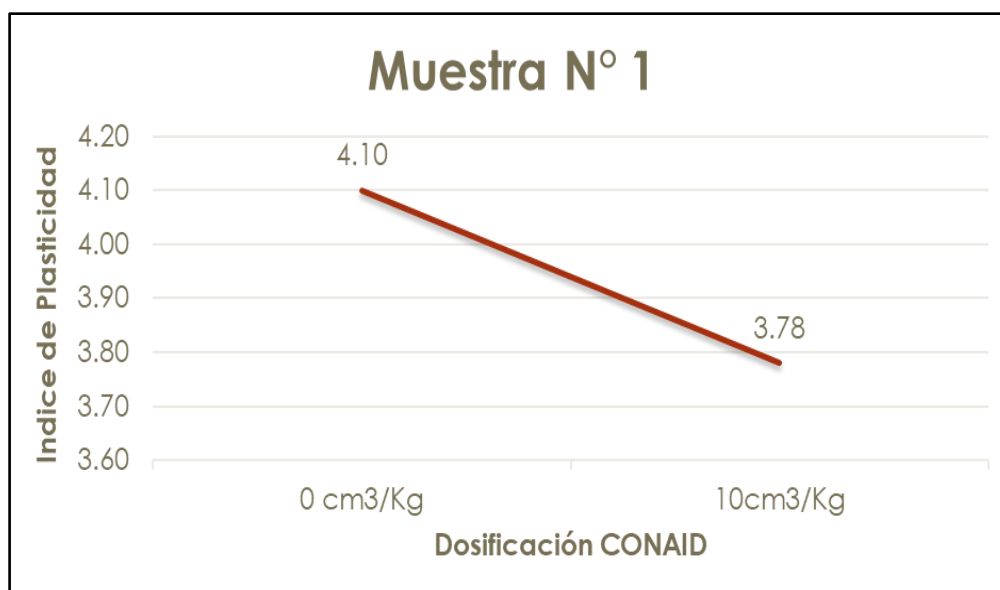


Figura 14. Ensayo Índice de Plasticidad Muestra N° 1

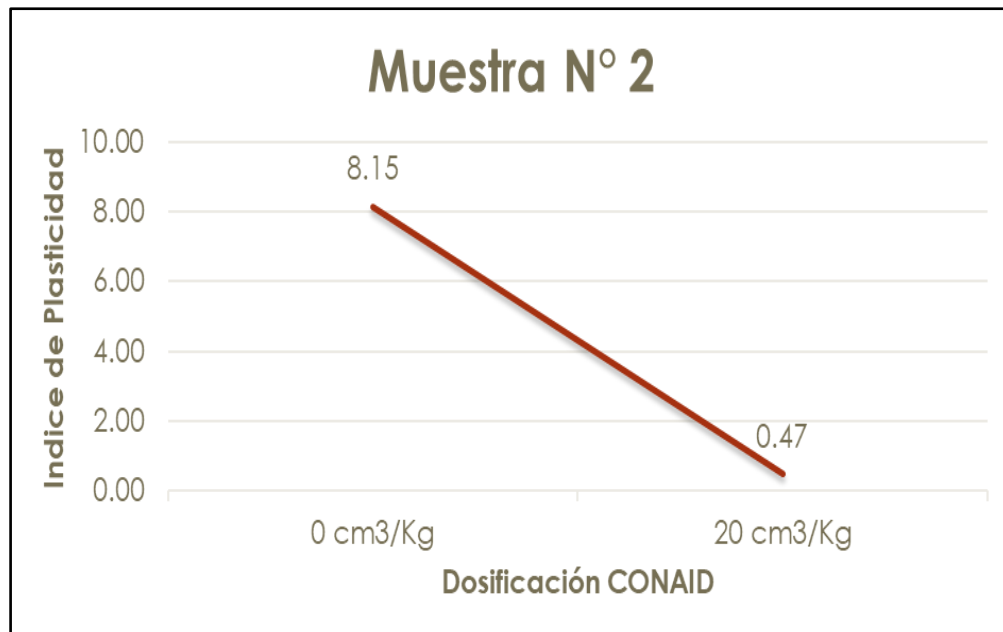


Figura 15. Ensayo Índice de Plasticidad Muestra N° 2.

En la figura 16 se muestra los resultados del ensayo de CBR al 95% de la máxima densidad seca en la calicata N° 2, donde podemos observar un aumento en su valor proporcional a la dosificación del aditivo CON-AID, lo cual concuerda con la Hipótesis específica propuesta en la presente investigación.

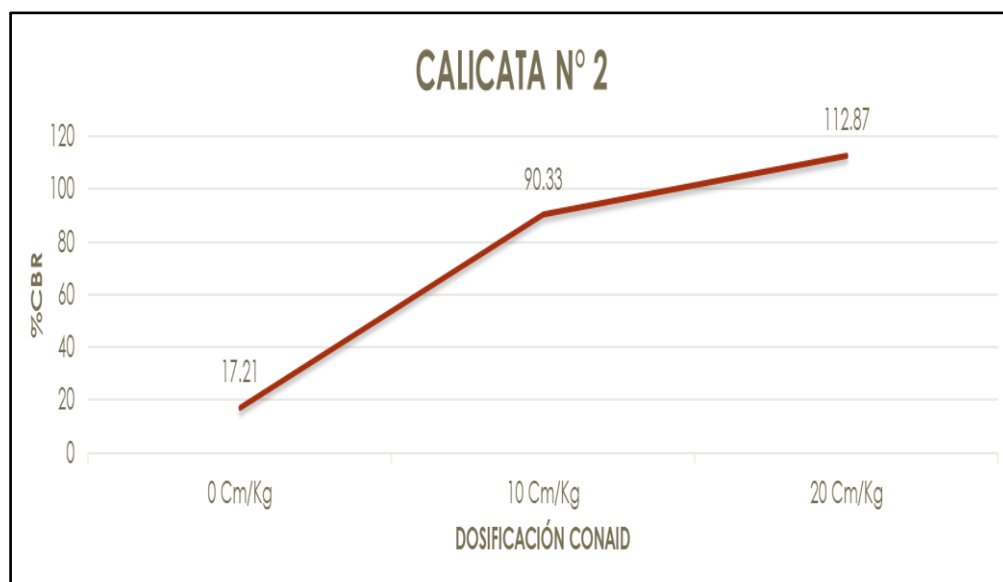


Figura 16. Ensayo CBR al 95% MDS.

En la figura 17 se muestra el espesor de la capa de rodadura, la cual aumenta su valor proporcionalmente a la dosificación del aditivo CON-AID, lo cual concuerda con la Hipótesis específica propuesta en la presente investigación.

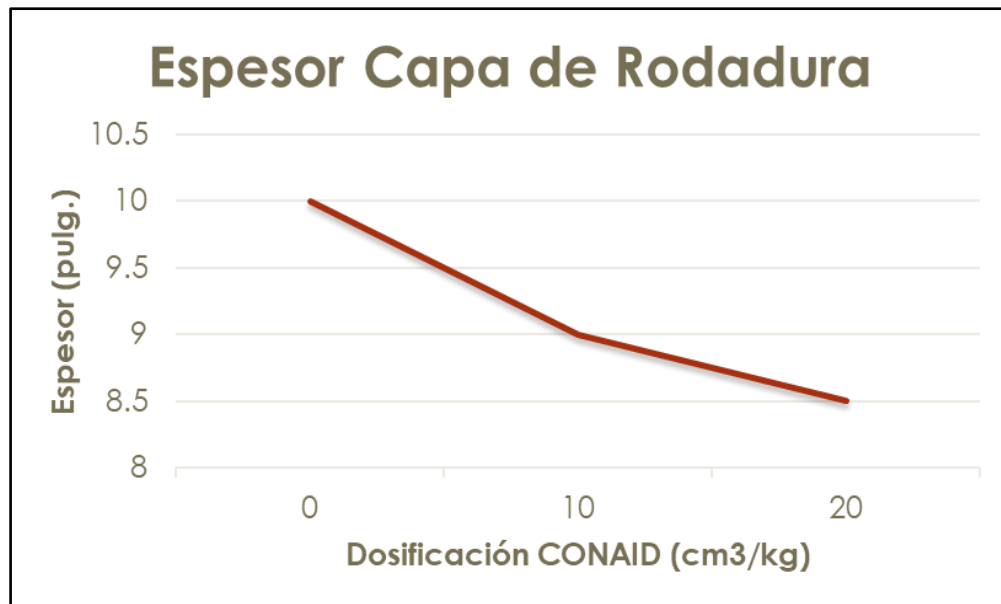


Figura 17. Espesor de la Capa de Rodadura

IV. Discusión

4.1. Discusión N° 1

En cuanto a los resultados de los ensayos del índice de plasticidad, se hace una comparación con el trabajo realizado por Esmat Tavakoli para la Universidad Texas en Arlington titulada “Laboratory Evaluation of TX-PROCHEM as an Ionic Liquid Soil Stabilizer”, tal y como se muestran en las tablas 20 y 21.

Tabla 20. *Resultados Índice de Plasticidad.*

Dosificación (ml)	LL	PL	PI
0	76	18	58
2.5	72	15	57
5	79	29	50
10	69	43	26

Fuente: Laboratory Evaluation of TX-PROCHEM as an Ionic Liquid Soil Stabilizer

Tabla 21. *Resultados Índice de Plasticidad.*

Dosificación cm ³ /Kg	LL	PL	PI
0	29.15	21.00	8.15
10	18.03	14.24	3.78
20	16.63	16.16	0.47

Fuente: Elaboración propia

De las tablas 20 y 21, podemos observar que en los resultados de las dos investigaciones del Índice de Plasticidad se reduce inversamente proporcional a la dosificación del producto aplicado, lo cual refuerza los resultados del trabajo realizado por Esmat Tavakoli.

Tabla 22. Clasificación de los suelos según el Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
$IP > 20$	ALTA	suelos muy arcillosos
$IP > 7$ a $IP \leq 20$	MEDIA	suelos arcillosos
$IP < 7$	BAJA	suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Carreteras 2014

Asimismo, tomando en consideración la tabla 19, 21 y 22, la muestra sin la aplicación del aditivo CON-AID, se encuentra en el rango $IP > 7$ a $IP \leq 20$, lo cual lo categoriza como un suelo medianamente plástico, sin embargo, luego de la aplicación del aditivo CON-AID se encuentra en el rango $IP < 7$, lo cual lo categoriza como un suelo de baja plasticidad.

4.2. Discusión N° 2

En cuanto a los resultados de los ensayos de CBR al 95% y 100% de la máxima densidad seca, se hace una comparación con el trabajo realizado por Juan Díaz en el empleo del estabilizador de suelos con el aditivo denominado CONSOLID". Tal y como se muestran en las tablas 23, 24 y 25.

Tabla 23. Resultados CBR Calicata N° 1.

CALICATA N° 01		
Dosificación (lt/m ²)	CBR 100%	CBR 95%
0	6.75	4.35
0.007	8.95	6.53

Fuente: Estudio de estabilización de suelos con el sistema Consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín

Tabla 24. *Resultados CBR Calicata N° 2.*

CALICATA N° 02		
Dosificación (lt/m ²)	CBR 100%	CBR 95%
0	9.17	6.10
0.007	12.83	7.92

Fuente: Estudio de estabilización de suelos con el sistema Consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín

Tabla 25. *Resultados CBR.*

Dosificación	CBR 100%	CBR 95%
0 cm ³ /Kg	23.33	17.21
10 cm ³ /Kg	112.55	90.33
20 cm ³ /Kg	136.97	112.87

Fuente: Elaboración Propia.

De las Tablas 23, 24 y 25 podemos observar que los resultados de los ensayos de CBR al 95% y 100% de la máxima densidad seca, reflejan un aumento en su valor, directamente proporcional a la aplicación del aditivo, lo cual refuerza con los resultados del trabajo realizado por Juan Díaz.

Tabla 26. *Categorías de Sub-rasante.*

Categorías de Sub-rasante	CBR
S0 : Sub-rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub-rasante insuficiente	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2 : Sub-rasante regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3 : Sub-rasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4 : Sub-rasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5 : Sub-rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras 2014

Asimismo, tomando en consideración las Tablas 23, 24, 25 y 26, los resultados obtenidos en el suelo sin la aplicación del aditivo CON-AID, categorizan al suelo de fundación como una Sub- rasante buena ($\text{CBR} \geq 10\%$ a $\text{CBR} < 20\%$), y luego con la aplicación del aditivo CON-AID, lo categorizan como una sub-rasante excelente ($\text{CBR} \geq 30\%$).

4.3. Discusión N° 3

En cuanto al diseño del espesor de la capa de Rodadura del pavimento de concreto hidráulico se hace una comparación con los resultados del trabajo realizado por Ramos y Matilde relacionado con el perfeccionamiento de soporte del suelo a nivel sub-rasante a través de la utilización del sistema Rocamix en el centro poblado San Antonio de Moquegua en el 2017. Tal y como se muestra en las tablas 27 y 28.

Tabla 27. *Espesor de la capa de rodadura vs estabilizadores.*

Descripción	e (cm)
Para sub rasante sin estabilizante	12.66
Para sub rasante con sistema rocamix	6.57
Para sub rasante con cemento	6.64
Para sub rasante con cal	6.66

Fuente: perfeccionamiento de soporte del suelo a nivel sub-rasante a través de la utilización del sistema Rocamix en el centro poblado San Antonio de Moquegua en el 2017.

Tabla 28. *Espesor de la capa de rodadura vs CON-AID*

Descripción	Dosificación (cm ³ /Kg)	e (cm)
Capa Rodadura	0	25.40
	10	22.86
	20	21.59

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 27 podemos observar como después de aplicar diferentes productos el espesor de la capa de rodadura se reduce directamente proporcional a la dosificación, lo cual concuerda con los resultados mostrados en la tabla 28 después de la aplicación del aditivo CON-AID.

V. Conclusiones

5.1. Conclusión N° 1

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg, **reduce** el valor del **Índice de plasticidad en 54%** con respecto al índice de plasticidad con una dosificación 0cm³/kg de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 20cm³/kg, **reduce** el valor del **Índice de plasticidad en 94%** con respecto al índice de plasticidad con una dosificación 0cm³/kg de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

5.2. Conclusión N° 2

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg, **aumenta** el valor de la **relación de soporte (CBR) en 525%** con respecto al valor de la **relación de soporte (CBR)** con una dosificación 0cm³/kg de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 20cm³/kg, **aumenta** el valor de la **relación de soporte (CBR) en 656%** con respecto al valor de la **relación de soporte (CBR)** con una dosificación 0cm³/kg de la sub-rasante del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

5.3. Conclusión N° 3

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg, **reduce** el **espesor de la capa de rodadura en 10%** con

respecto al **espesor de la capa de rodadura** con una dosificación 0cm³/kg del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

Se logró determinar qué la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 20cm³/kg, **reduce el espesor de la capa de rodadura en 15%** con respecto al **espesor de la capa de rodadura** con una dosificación 0cm³/kg del pavimento de concreto hidráulico, en el distrito de Santiago de Surco 2019.

5.4. Conclusión N° 4

Tomando en cuenta que actualmente en nuestro entorno existe poca difusión del aditivo y/o estabilizador químico iónico, era imprescindible realizar este tipo de investigación que permita los profesionales del sector construcción en especial a los que se encuentran inmersos en la ejecución de proyectos de carreteras, conocer los beneficios que conlleva emplear este tipo de estabilizadores, por lo cual me permito concluir que este estabilizador mejora notablemente las características físicas y químicas de un suelo de fundación con altos contenidos de finos y sulfatos.

VI. Recomendaciones

De los resultados y discusiones realizadas en la presente investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

Recomendación N° 1

Se recomienda la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg en un suelo con alto porcentaje de finos y alto contenido de sulfatos solubles (S04), para reducir el valor del **Índice de plasticidad**.

Recomendación N° 2

Se recomienda la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg en un suelo con alto porcentaje de finos y alto contenido de sulfatos solubles (S04), para **aumentar** el valor de la **relación de soporte (CBR)**

Recomendación N° 3

Se recomienda la aplicación del aditivo CON-AID con una dosificación de 10cm³/kg en un suelo con alto porcentaje de finos y alto contenido de sulfatos solubles (S04), para **reducir** el espesor de la **capa de rodadura** de un pavimento de concreto hidráulico.

Mencionada dosificación cumple con los estándares necesarios indicados en el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte.

REFERENCIAS

A review on stabilization of soil using bio-enzyme [en línea]. India: Maulana Azad National Institute of Technology, 2014 [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.677.1752&rep=rep1&type=pdf>

ISSN: 2321-7308

ANGULO Roldan, Diego, ROJAS Escajadillo, Hember. Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el AA. HH. el milagro, 2016. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencia e Ingeniería, 2016.

BADA Alayo, Delva Flor. Aplicación del Aditivo Químico CON-AID para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na. Tesis (Maestro en Transporte y Conservación Vial) Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela de Posgrado, 2016.

CUADROS Surichahui, Claudia María. Mejoramiento. Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la sub-rasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería, 2017.

CUBAS Benavides, Kevin, CHÁVEZ Arroyo, Falen. Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Urbanismo, 2016.

CUSQUISIBÁN Ocas, Wilder Danny. Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimento. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería Civil, 2014.

BOTASSO, Gerardo, FENSEL, E, RICCI, L. Estabilizantes iónicos de suelos para la construcción [en línea]. Argentina: Centro de investigaciones viales, Universidad Tecnológica nacional, [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

https://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2011/12/2003_Estabilizantes-Ionicos-de-Suelos_SAM-CONAMET.pdf

DÍAZ García, Juan Carlos. Estudio de estabilización de suelos con el sistema Consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2018.

DÍAZ Vásquez, Fernando. Mejoramiento de la sub-rasante mediante ceniza de cascara de arroz en la carretera dv San Martin – Lonya Grande, amazonas 2018. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2018.

DE LA CRUZ Gutiérrez, Lizeth Mercedes, SALCEDO Rojas, Kaite Karen. Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Aditivos (Eco Road) para Pavimentación de Palian – Huancayo – Junín. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería, 2016

Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres [en línea]. México: Instituto mexicano de transporte, 2002, [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt201.pdf>

ISSN: 0188-7297

Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales [en línea]. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 2017, [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/boletines/Boletin_PITRA_2_-_2017.pdf

Guide for the Desing of Rigid and Flexible Pavements. Asociación norteamericana de agentes de transporte y carreteras federales. Washington DC: 1993.

HILARIO Carlos, Fredy. Aplicación y evaluación de cloruro de magnesio hexahidratado (bischofita) como tratamiento y estabilizador de la capa de rodadura granular aplicado en el tramo de la carretera Espinar- Tintaya Marquiri. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería Civil, 2015.

Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales [en línea]. Bogotá: Universidad de los andes, 2017, [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

<http://www.redalyc.org/pdf/1210/121052004006.pdf>

ISSN:0121-4993

Instituto del Cemento Portland Argentino. Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón. 1ra. ed. Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2014. ISBN: 978-950-677-003-7.

KATZ, Lynn, RAUCH, Alan, LILJESTRAND, Howard. Evaluation of nontraditional soil and aggregate stabilizers: a summary [en línea]. Texas: Center for transportation research the university of Texas at Austin, 2003 [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

<https://pdfs.semanticscholar.org/b35f/976a9619c80dd87ea15b385888b66b097732.pdf>

KATZ, Lynn, RAUCH, Alan, LILJESTRAND, Howard, HARMON, Jacqueline, SHAW, Kristine, y ALBERS, Harold. Mechanisms of Soil Stabilization with Liquid Ionic Stabilizer [en línea]. Texas: University of Texas at Austin [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

<http://troyint.com.vn/UserFiles/file/Mechanisms%20of%20Soil%20Stabilization%20with%20Liquid%20Ionic%20Stabilizer.pdf>

LEIVA Gonzales, Roly Roberth. Utilización de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la sub-rasante en el Jr. Arequipa, progresiva km 0+00 – km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepción. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad del Centro de Perú, Facultad de Ingeniería, 2016

MAKUSA, Gregory Paul. Soil stabilization methods and materials [en línea]. Sweden: University of Technology Lulea, 2012 [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:997144/FULLTEXT01.pdf>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: suelos y pavimentos. Lima: 2014. 73-83 pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de ensayos de materiales. Lima: 2014.

NESTERENKO, Darko. Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú. Tesis (Master en Ingeniería Civil) Perú: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2018.

NEWMAN, Kent and TINGLE, Jeb. Emulsion polymers for soil stabilization [en línea]. U.S: U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2004, [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

<https://es.scribd.com/document/356058806/Emulsion-Polymers-for-Soil-Stabilization>

PALOMINO Terán, Karen Estefany. Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador maxxseal 100. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería Civil, 2016.

PECHE Zegarra, Edwin Roberto. Evaluación de espesores de mejoramiento del suelo de la sub-rasante en la carretera Lima - Canta. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2013.

QUEZADA Osoria, Santiago. Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2017.

QUINCHE Granda, Wilson Orlando. Estabilización de suelos para uso en vías terrestres urbanización Bella María. Tesis (Ingeniero Civil) Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, Facultad de Ingeniería Civil, 2006.

RAVINES Merino, María Alejandra. Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2010.

RAMOS Pereira, Matilde Lorena. Mejoramiento de la capacidad de soporte del suelo a nivel de sub-rasante a través de la utilización del sistema rocamix entre la prolongación de la avenida San Antonio de Padua y de la calle 04 de la asociación de vivienda 2 de octubre del centro poblado San Antonio – Moquegua, 2017. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2019.

ROLDÁN de Paz, Jairon. Estabilización de suelos con Cloruro de Sodio (NaCl) para bases y sub bases. Tesis (Ingeniero Civil) Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Civil, 2010.

ROMERO Romero, Roció Milagros, SAÑAC Vilca, Cynthia. Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la urb. san judas chico – cusco. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2016.

REYES Lizcano, Fredy Alberto. Diseño Racional de Pavimentos. En su: Fundamentos y Diseño por Método Racionales de Pavimentos en Concreto. 1ra. ed. Bogotá, Centro Editorial Javeriano, 2003. pp. 237-344. ISBN: 958-683-622-3

RECOMMENDED Practice for Stabilization of Subgrade Soils and Base Materials [en línea]. Texas: Transportation research board of the national academies, 2009 [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.574.8248&rep=rep1&type=pdf>

RIVERA, Julio, BOTASSO, Gerardo, HANSEN, Oscar, ANDRÉS, Poletti. Mejora de vías no pavimentadas mediante un estabilizante químico de suelos, análisis de su diseño estructural y control [en línea]. Argentina: Centro de investigaciones viales, Universidad Tecnológica nacional, [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en
https://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2012/09/2012_Estabilizantes-Qu%c3%admicos_Ingenieria66_Uruguay.pdf

SOIL Stabilization for Pavements. TM 5-822-14/AFJMAN 32-1019 [en línea]. Washington, D.C.: Departments of the U.S. army, the navy and air force, 1994 [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en
https://www.wbdg.org/FFC/ARMYCOE/COETM/ARCHIVES/tm_5_822_14.pdf

SUELOS parcialmente saturados, de la investigación a la cátedra universitaria [en línea]. Medellín: Boletín de ciencias de la tierra, Universidad nacional de Colombia, 2012, [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/31251/43362>
ISSN: 2357-3740

The Efficacy of Sulphonated Petroleum Products in the Stabilization of Marginal Lateritic Soils [en línea], volumen 3. Nigeria: International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2013 [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.446.3401&rep=rep1&type=pdf>

ISSN: 2250-2459

UGAZ Palomino, Roxana María. Estabilización de Suelos y su Aplicación en el Mejoramiento de Sub-Rasante. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2006

VARGAS, Gustavo, ARRIETA, Fabián. Mejoramiento de sub-rasantes con cal [en línea]. Costa Rica: Programación de ingeniería en infraestructura del transporte, 2010, [fecha de consulta: 14 de junio de 2019].

Disponible en

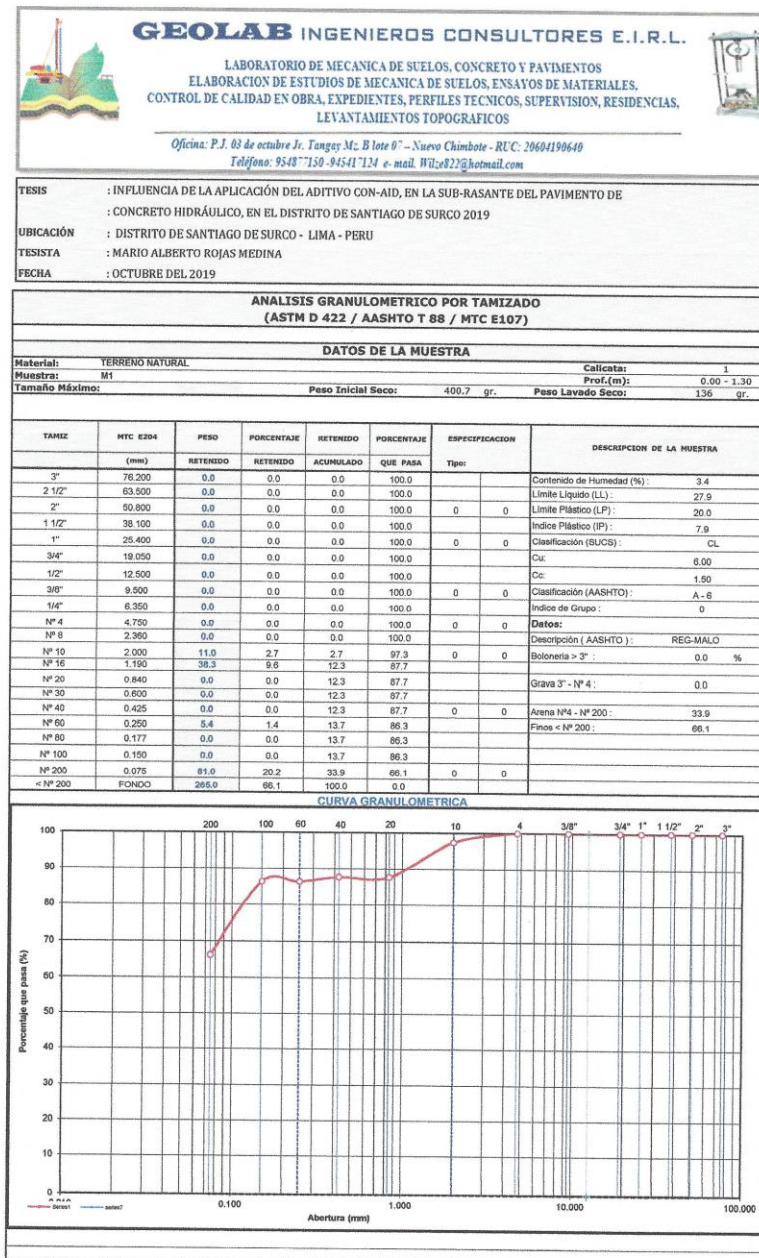
[http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-](http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/boletines/boletin_semanal_pitra_09_subrasantes_con_cal.pdf)

[nuevo/images/boletines/boletin_semanal_pitra_09_subrasantes_con_cal.pdf](http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/boletines/boletin_semanal_pitra_09_subrasantes_con_cal.pdf)

VELARDE Del Castillo, Abel Darwin. Aplicación de la metodología de superficie de respuesta en la determinación de la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2015.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 1 Muestra 1 sin aditivo



Anexo 2. Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 1 Muestra 1 sin aditivo



	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M; B lote 0" - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640 Telefono: 9548 77159 - 94541 7124 e-mail: WJze822@hotmail.com	
---	--	---

TESIS	: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA	: MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (MTC E108)						
DATOS DE LA MUESTRA						
MATERIAL:	TERRENO NATURAL	0			CALICATA:	1
MUESTRA:	M1				PROF.(m):	0.00 - 1.30
Descripción	Und.	Ensayos				Promedio
Tara	Nº	1	2			
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	125.6	132.6			
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	122.3	129.3			
Peso de Agua (A-B)	gr.	3.3	3.3			
Peso de Tara ©	gr.	28.3	28.9			
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	94.0	100.4			
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	3.51	3.29			3.40
COMENTARIOS Y OBSERVACIONES:						

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 345373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 3. Límites de Consistencia - Calicata 1 Muestra 1 sin aditivo

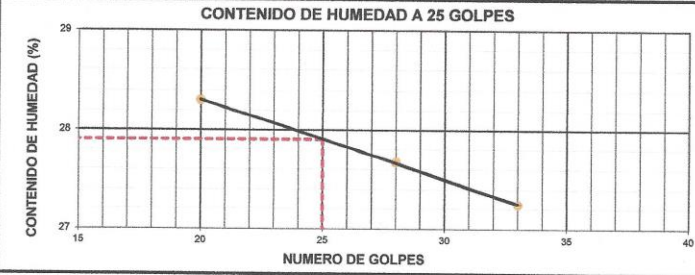
 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. 	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS	
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640 Telefono: 954877159-945417124 e-mail: Wilco822@hotmail.com	
TESIS	: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA	: MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / MTC E 110, 111)					
MATERIAL:		TERRENO NATURAL		CALICATA:	1
MUESTRA:		M1		PROF.(m):	0.00 - 1.30

LÍMITE LIQUIDO (MTC E110)					
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
Nº TARRO		8	8	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	27.31	28.06	27.10	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	23.93	24.56	23.61	
PESO DE AGUA	(g)	3.38	3.50	3.49	
PESO DEL TARRO	(g)	11.99	11.91	10.80	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.94	12.65	12.81	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.31	27.67	27.24	
NUMERO DE GOLPES		20	28	33	0

LÍMITE PLASTICO (MTC E111)					
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
Nº TARRO		8	8	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.27	20.08		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.83	18.82		
PESO DE AGUA	(g)	1.44	1.26		
PESO DEL TARRO	(g)	12.60	12.57		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.23	6.25		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	19.92	20.16		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

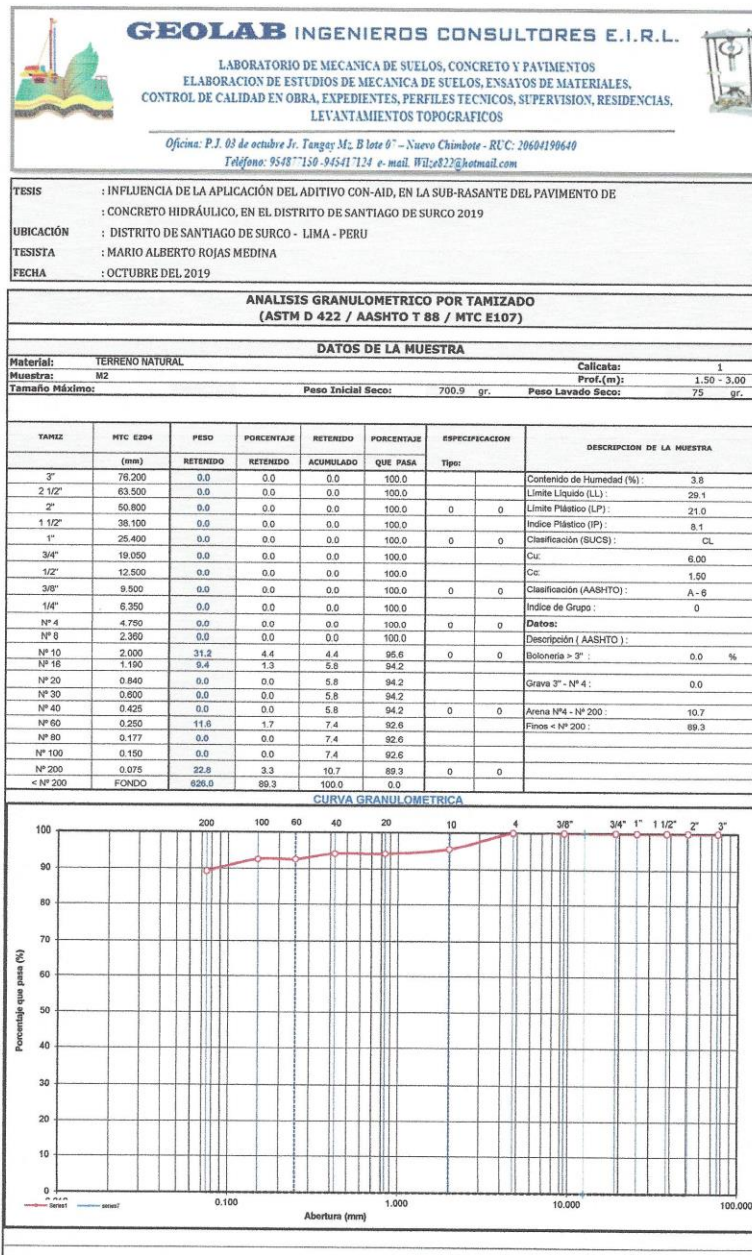


CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LIQUIDO	27.93	%
LÍMITE PLASTICO	20.04	%
INDICE DE PLASTICIDAD	7.89	%

COMENTARIOS Y OBSERVACIONES:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES ZIRL
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZEPAYA SANTOS
CIP N° 155373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 5. Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 1 Muestra 2 sin aditivo

 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. <small>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS</small> <small>Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 2060190640 Telefono: 954877130-945417124 e-mail: WU:ge822@hotmail.com</small>			
TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA FECHA : OCTUBRE DEL 2019			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (MTC E108)			
DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL:	TERRENO NATURAL 0		
MUESTRA:	M2		
CALICATA:	1		
PROF.(m):	1.50 - 3.00		
Descripcion	Und.	Ensayos	Promedio
Tara	Nº	1	2
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	107.1	125.6
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	104.0	122.3
Peso de Agua (A-B)	gr.	3.1	3.3
Peso de Tara ©	gr.	28.3	28.9
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	75.7	93.4
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	4.12	3.53
			3.83


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZEVALLOS SANTOS
 CIP 1488973
 ESPECIALIST EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 6. Límites de Consistencia - Calicata 1 Muestra 2 sin aditivo

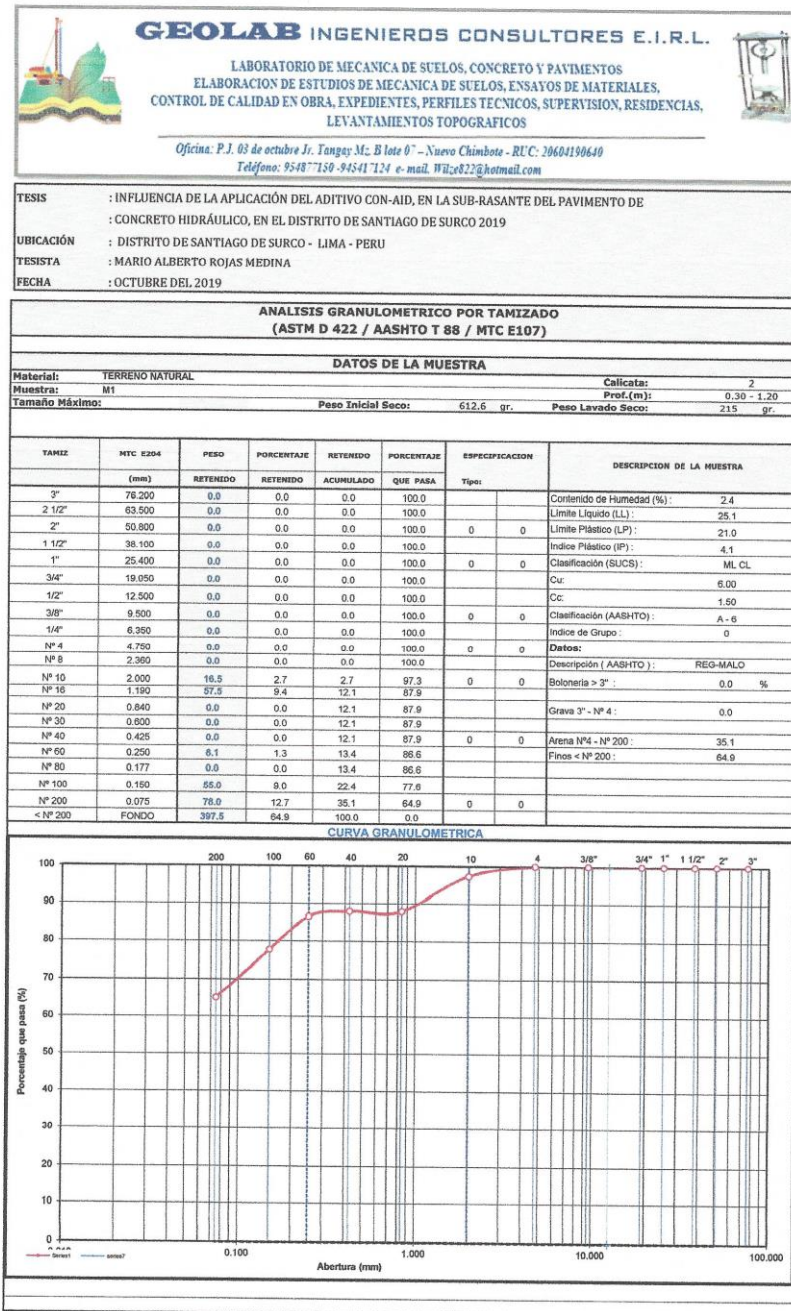
 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tanguy M; B lote 07 - Nuevo Chimbote - REC: 20604190640 Telefono: 954877159-945417124 e-mail: W20822@hotmail.com		
---	--	---

TEMA:	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN:	DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA:	MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA:	OCTUBRE DEL 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / MTC E 110, 111)						
DATOS DE LA MUESTRA						
MATERIAL:	TERRENO NATURAL				CALICATA:	1
MUESTRA:	M2				PROF.(m):	1.50 - 3.00
LÍMITE LIQUIDO (MTC E110)						
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones	
Nº TARRO		8	8	8		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	27.49	28.19	27.22		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	23.93	24.53	23.61		
PESO DE AGUA	(g)	3.56	3.66	3.61		
PESO DEL TARRO	(g)	11.99	11.91	10.80		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.94	12.62	12.81		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.82	29.00	28.18		
NUMERO DE GOLPES		20	26	33	0	
LÍMITE PLASTICO (MTC E111)						
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones	
Nº TARRO		8	8			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.34	20.14			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.83	18.82			
PESO DE AGUA	(g)	1.51	1.32			
PESO DEL TARRO	(g)	12.60	12.57			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.23	6.25			
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.89	21.12			
						
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA						
LÍMITE LIQUIDO	29.10 %					
LÍMITE PLASTICO	21.00 %					
INDICE DE PLASTICIDAD	8.10 %					

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. WILSON J. ZETAYASANTOS
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 7. Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 2 Muestra 1 sin aditivo



Anexo 8. Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 2 Muestra 1 sin aditivo

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 9548 7130-94541 124 e-mail: Wilce822@hotmail.com

TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU

TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (MTC E108)						
DATOS DE LA MUESTRA						
MATERIAL:	TERRENO NATURAL	0			CALICATA:	2
MUESTRA:	M1			PROF.(m):	0.30 - 1.20	

Descripción	Und.	Ensayos				Promedio
		1	2			
Tara	Nº					
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	250.6	212.4			
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	245.3	208.0			
Peso de Agua (A-B)	gr.	5.3	4.4			
Peso de Tara ©	gr.	28.3	28.9			
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	217.0	179.1			
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	2.44	2.43			2.44


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP 107753373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 9. Límites de Consistencia - Calicata 2 Muestra 1 sin aditivo

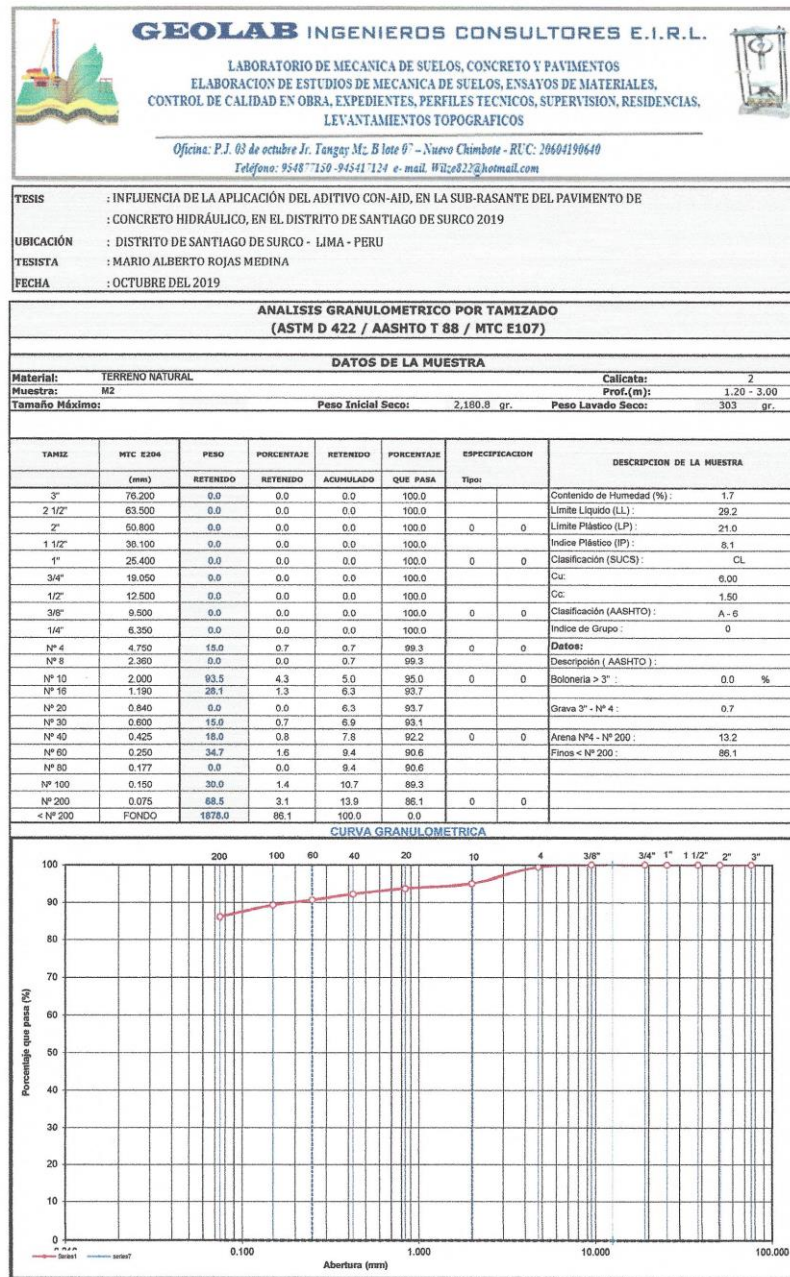
 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangey M2 B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649 Teléfono: 9548 7159-94541 7124 e-mail: Wilce822@hotmail.com		
--	--	---

TESIS	: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA	: MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / MTC E 110, 111)					
DATOS DE LA MUESTRA					
MATERIAL:	TERRENO NATURAL			CALICATA:	2
MUESTRA:	M1			PROF.(m):	0.30 - 1.20
LÍMITE LIQUIDO (MTC E110)					
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
Nº TARRO		8	8	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	26.98	27.72	26.74	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	23.93	24.58	23.61	
PESO DE AGUA	(g)	3.05	3.14	3.13	
PESO DEL TARRO	(g)	11.99	11.91	10.80	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.94	12.67	12.81	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.54	24.78	24.43	
NUMERO DE GOLPES		21	28	32	0
LÍMITE PLASTICO (MTC E111)					
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
Nº TARRO		8	8		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.34	20.14		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.83	18.82		
PESO DE AGUA	(g)	1.51	1.32		
PESO DEL TARRO	(g)	12.60	12.57		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.23	6.25		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.89	21.12		
					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LÍMITE LIQUIDO	25.10	%			
LÍMITE PLASTICO	21.00	%			
INDICE DE PLASTICIDAD	4.10	%			

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP 19567
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

Anexo 10. Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 2 Muestra 2 sin aditivo



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZECAYAS
CIEN 188073
ESPECIALISTEN MECANICA DE SUELOS

Anexo 11. Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 2 Muestra 2 sin aditivo



TESIS	: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA	: MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (MTC E108)						
DATOS DE LA MUESTRA						
MATERIAL:	TERRENO NATURAL	0			CALICATA:	2
MUESTRA:	M2				PROF.(m):	1.20 - 3.00
Descripción	Und.	Ensayos				Promedio
Tara	Nº	1				
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	79.9				
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	79.5				
Peso de Agua (A-B)	gr.	0.5				
Peso de Tara ©	gr.	51.3				
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	28.2				
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	1.67				1.67

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
DIP N° 196 136
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 12. Límites de Consistencia - Calicata 2 Muestra 2 sin aditivo

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tanager Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649
Teléfono: 9548 7159-94541 124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
: CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU

TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / MTC E 110, 111)

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL:	TERRENO NATURAL	CALICATA:	2
MUESTRA:	M2	PROF.(m):	1.20 - 3.00

LÍMITE LIQUIDO (MTC E110)					
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
Nº TARRO		8	8	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	27.54	28.28	27.24	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	23.93	24.58	23.61	
PESO DE AGUA	(g)	3.61	3.70	3.63	
PESO DEL TARRO	(g)	11.99	11.91	10.80	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.94	12.67	12.81	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.23	29.20	28.34	
NUMERO DE GOLPES		18	25	32	0

LÍMITE PLASTICO (MTC E111)					
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
Nº TARRO		8	8		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.34	20.14		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.83	18.82		
PESO DE AGUA	(g)	1.51	1.32		
PESO DEL TARRO	(g)	12.60	12.57		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.23	6.25		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.89	21.12		

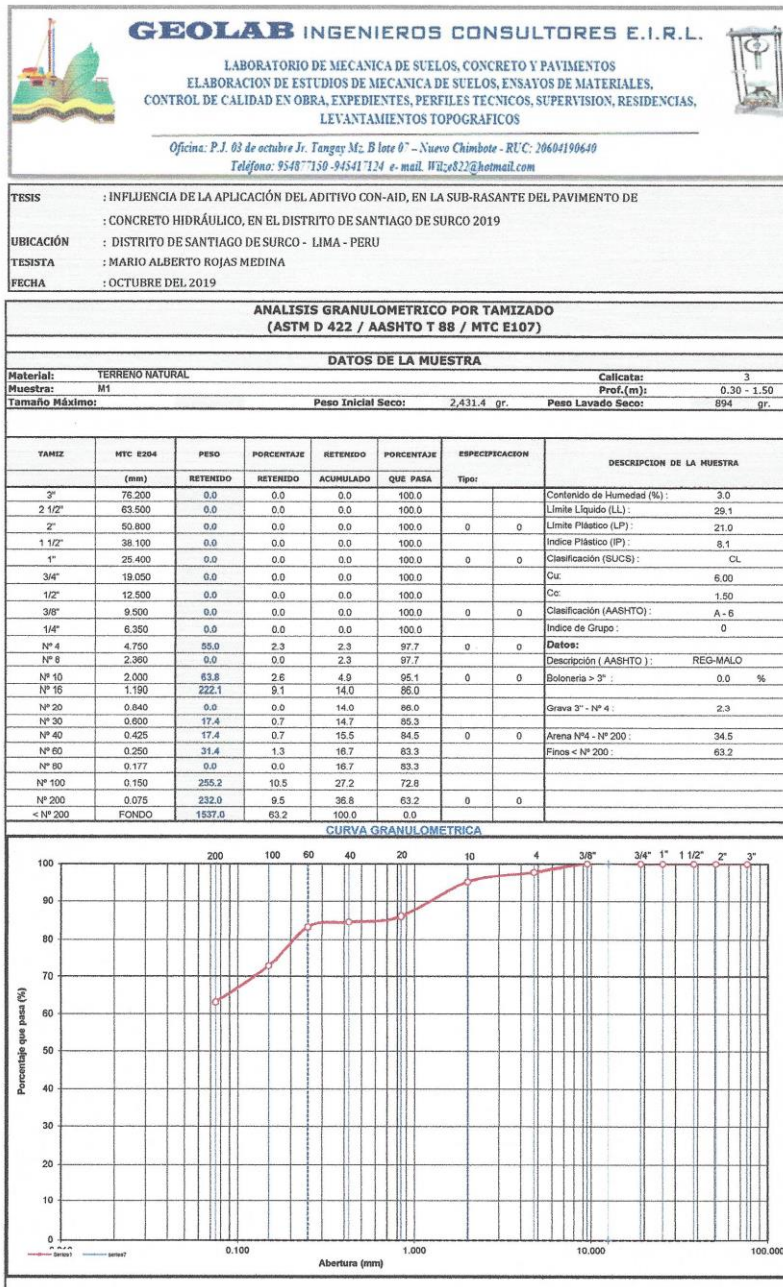
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA			
LÍMITE LIQUIDO	29.15	%	
LÍMITE PLASTICO	21.00	%	
INDICE DE PLASTICIDAD	8.15	%	

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZEJARA SANTOS
CIP 107607
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

Anexo 13. Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 3 Muestra 1 sin aditivo



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ING. WILSON J. ZAVAYAS SANTOS
C.I. 10773
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

Anexo 14. Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 3 Muestra 1 sin aditivo



TESIS	: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA	: MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (MTC E108)						
DATOS DE LA MUESTRA						
MATERIAL:	TERRENO NATURAL	0			CALICATA:	3
MUESTRA:	M1				PROF.(m):	0.30 - 1.50
Descripción	Und.	Ensayos				Promedio
Tara	Nº	1	2			
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	235.6	270.3			
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	229.5	263.3			
Peso de Agua (A-B)	gr.	6.1	7.0			
Peso de Tara ©	gr.	29.5	28.7			
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	200.0	234.6			
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	3.05	2.99			3.02

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ING. WILSON L. LEIAYA SANTOS
 RUP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 15. Límites de Consistencia - Calicata 3 Muestra 1 sin aditivo

 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640 Telefono: 9548 77130-94541 7124 e-mail: Wilcy822@hotmail.com		
--	--	---

TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE : CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA FECHA : OCTUBRE DEL 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / MTC E 110, 111)			
DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL:	TERRENO NATURAL	CALICATA:	3
MUESTRA:	M1	PROF.(m):	0.30 - 1.50

LÍMITE LIQUIDO (MTC E110)					
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
Nº TARRO		8	8	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	27.51	28.24	27.25	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	23.93	24.58	23.61	
PESO DE AGUA	(g)	3.58	3.66	3.64	
PESO DEL TARRO	(g)	11.99	11.91	10.80	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.94	12.67	12.81	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.98	28.89	28.42	
NUMERO DE GOLPES		19	27	31	0

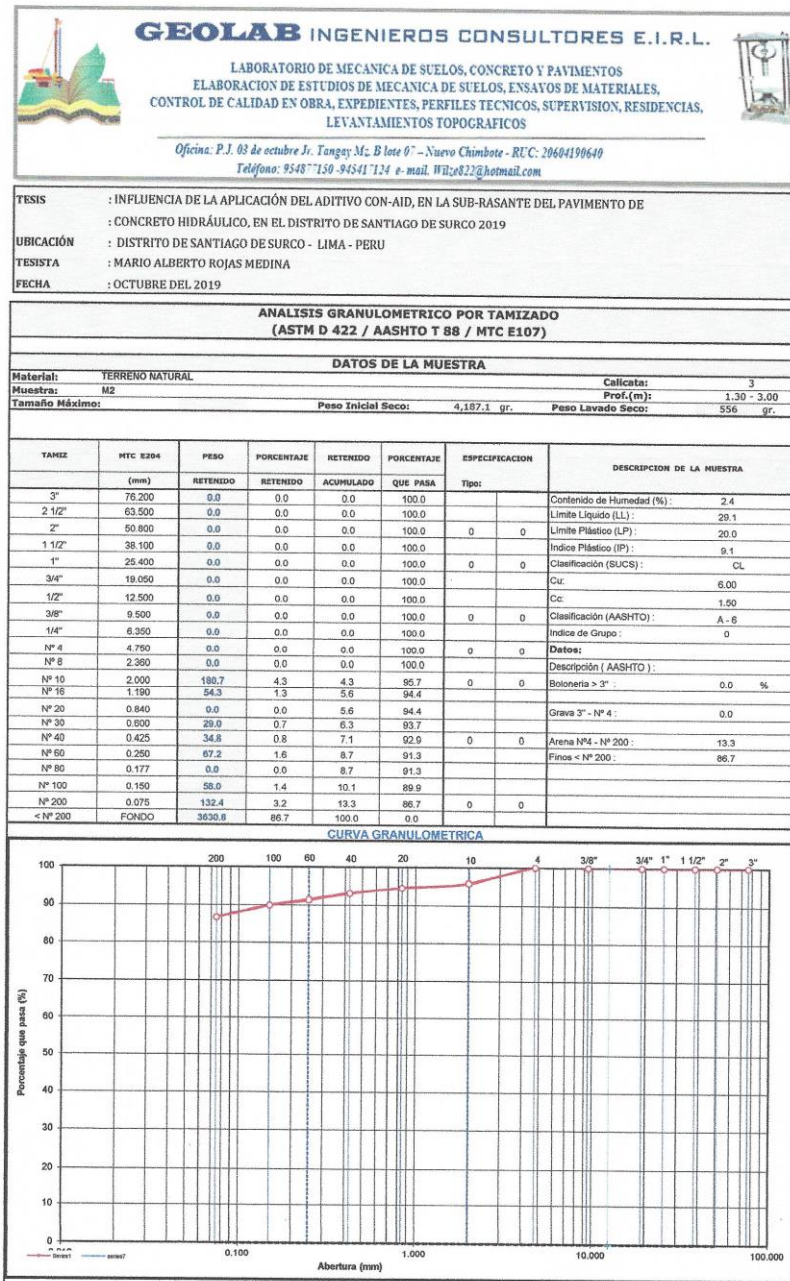
LÍMITE PLASTICO (MTC E111)					
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
Nº TARRO		8	8		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.34	20.14		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.83	18.82		
PESO DE AGUA	(g)	1.51	1.32		
PESO DEL TARRO	(g)	12.60	12.57		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.23	6.25		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.89	21.12		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	29.11 %
LÍMITE PLASTICO	21.00 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8.11 %

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. WILSON A. ZELANDIA SANCHEZ
 C.O.P.T. 18637
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS


Anexo 16. Análisis Granulométrico por Tamizado – Calicata 3 Muestra 2 sin aditivo




GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON L. BLAY SANTOS
CIP Nº 125373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 17. Contenido de Humedad de los Suelos – Calicata 3 Muestra 2 sin aditivo



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.I. 03 de octubre Jr. Tangay M. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 2060190640
 Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: WU:6322@hotmail.com

TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
 : CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU

TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA


FECHA : OCTUBRE DEL 2019

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
(MTC E108)**


DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL:	TERRENO NATURAL	0	CALICATA:	3
MUESTRA:	M2		PROF.(m):	1.30 - 3.00


Descripción	Und.	1	2	3	4	Promedio
Tara	Nº					
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	136.5				
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	134.0				
Peso de Agua (A-B)	gr.	2.5				
Peso de Tara ©	gr.	28.3				
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	105.7				
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	2.36				2.36

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONSULTING PERU S.A.

ING. WILSON LEAL ROJAS SANTOS
 CIP Nº 165373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 18. Límites de Consistencia - Calicata 3 Muestra 2 sin aditivo



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M2, B lote 07 - Nuevo Chimbote - BUC: 20601190649
 Telefono: 954877159-945417134 e-mail: Wilco82@hotmail.com



TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU

TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / MTC E 110, 111)

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL:	TERRENO NATURAL	CALICATA:	3
MUESTRA:	M2	PROF.(m):	1.30 - 3.00

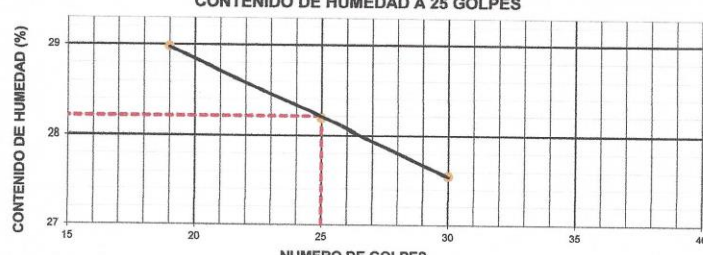
LÍMITE LIQUIDO (MTC E110)

Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
		8	8	8	
Nº TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	27.39	28.15	27.14	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	23.93	24.58	23.61	
PESO DE AGUA	(g)	3.46	3.57	3.53	
PESO DEL TARRO	(g)	11.99	11.91	10.80	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.94	12.67	12.81	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.98	28.18	27.56	
NUMERO DE GOLPES		19	25	30	0

LÍMITE PLASTICO (MTC E111)

Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
		8	8	8	
Nº TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	21.27	20.08		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.83	18.82		
PESO DE AGUA	(g)	1.44	1.26		
PESO DEL TARRO	(g)	12.60	12.57		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.23	6.25		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.92	20.16		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LIQUIDO	28.10	%
LÍMITE PLASTICO	20.04	%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8.06	%

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

(Firma)
ING. WILSON ZELAYA SANTOS
 CIP N° 125773
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 19. Análisis Granulométrico Calicata 2 con 10cm3/kg CON-AID



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS
Oficina: P.J. 83 de octubre Jr. Tanguy M.; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
 Telefono: 954877150-945417124 e-mail: WILZ6822@hotmail.com



TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU

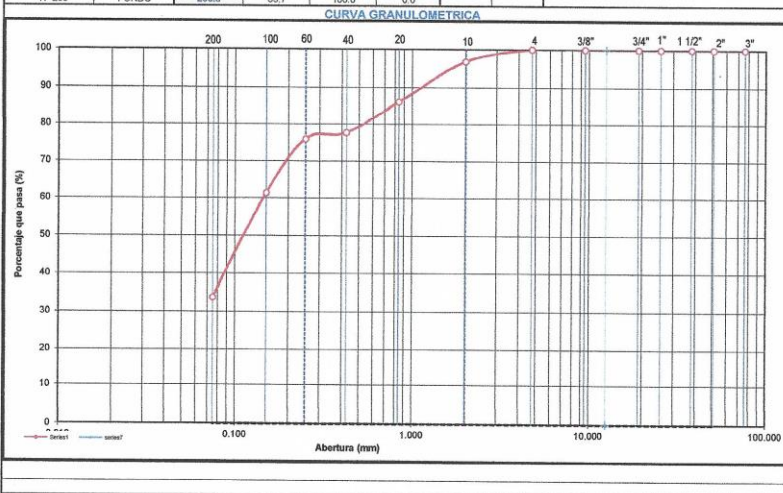
TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 422 / AASHTO T 88 / MTC E107)

DATOS DE LA MUESTRA			
Materia:	TERRENO NATURAL	Calicata:	2
Muestra:	DOSIFICACION CONAID	10cm3/Kg	
Tamaño Máximo:	Peso Inicial Seco: 610.2 gr.	Prof.(m):	0.30 - 1.20
		Peso Lavado Seco:	404 gr.


TAMIZ	MTS E204 (mm)	PESO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION Tipo:	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0		Contenido de Humedad (%): 2.4
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL): 18.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	0 0	Límite Plástico (LP): 14.2
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP): 3.8
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	0 0	Clasificación (SUCS): SM
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0		Cu: 6.63
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0		Cc: 1.36
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	0 0	Clasificación (AASHTO): A-2-6
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0		Índice de Grupo: 0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0	0 0	Datos:
Nº 8	2.360	0.0	0.0	0.0	100.0		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 10	2.000	20.5	3.4	3.4	96.6	0 0	Bolometría > 3": 0.0 %
Nº 16	1.190	65.3	10.7	14.1	85.9		
Nº 20	0.840	0.0	0.0	14.1	85.9		Grava 3" - Nº 4: 0.0
Nº 30	0.600	35.9	5.9	19.9	80.1		Arena Nº4 - Nº 200: 66.3
Nº 40	0.425	15.2	2.5	22.4	77.6	0 0	Fines < Nº 200: 33.7
Nº 60	0.250	10.2	1.7	24.1	75.9		
Nº 80	0.177	0.0	0.0	24.1	75.9		
Nº 100	0.150	88.3	14.6	38.7	61.3		
Nº 200	0.075	168.0	27.5	66.3	33.7	0 0	
< Nº 200	FONDO	205.8	33.7	100.0	0.0		




GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP: 148973
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 20. Limite de Consistencia Calicata 2 con 10cm³/kg CON-AID



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tanager-Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649
 Telefono: 95487159-94541124 e-mail: Wjz822@hotmail.com



TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU

TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / MTC E 110, 111)

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL:	TERRENO NATURAL	CALICATA:	2
MUESTRA:	DOSIFICACION CONAID 10 cm ³ /Kg	PROF.(m):	0.30 - 1.20


LIMITE LIQUIDO (MTC E110)

Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
		8	8	8	
Nº TARRO		8	8	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	32.20	35.20	38.20	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	28.80	31.80	34.50	
PESO DE AGUA	(g)	3.40	3.40	3.70	
PESO DEL TARRO	(g)	12.60	13.10	10.80	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	16.20	18.70	23.70	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.99	18.18	15.61	
NUMERO DE GOLPES		16	23	34	


LIMITE PLASTICO (MTC E111)

Descripción	Und	Ensayos			Observaciones
		8	8	8	
Nº TARRO		8	8	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	19.90	21.50	21.50	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.02	20.35	20.35	
PESO DE AGUA	(g)	0.88	1.15	1.15	
PESO DEL TARRO	(g)	12.60	12.57	12.57	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.42	7.78	7.78	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	13.71	14.78	14.78	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	18.03 %
LIMITE PLASTICO	14.24 %
INDICE DE PLASTICIDAD	3.78 %

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195379
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

83

Anexo 21. Contenido de Humedad Calicata 2 con 10cm³/kg CON-AID




TESIS	: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA	: MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (MTC E108)						
DATOS DE LA MUESTRA						
MATERIAL:	TERRENO NATURAL	0	CALICATA:	2		
MUESTRA:	DOSIFICACION CONAID 10cm ³ /Kg			PROF.(m):	0.30 - 1.20	
Descripcion	Und.	Ensayos				Promedio
Tara	Nº	1				
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	107.2				
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	101.4				
Peso de Agua (A-B)	gr.	5.8				
Peso de Tara ©	gr.	21.3				
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	80.1				
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	7.24				7.24


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 185373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 22. Analisis Granulometrico Calicata 2 con 20cm3/kg CON-AID



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 9° - Nuevo Chimbote - RUC: 20601190649
 Telefono: 9548 1150-94541124 e-mail: Wilco822@hotmail.com



TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
 : CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU

TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

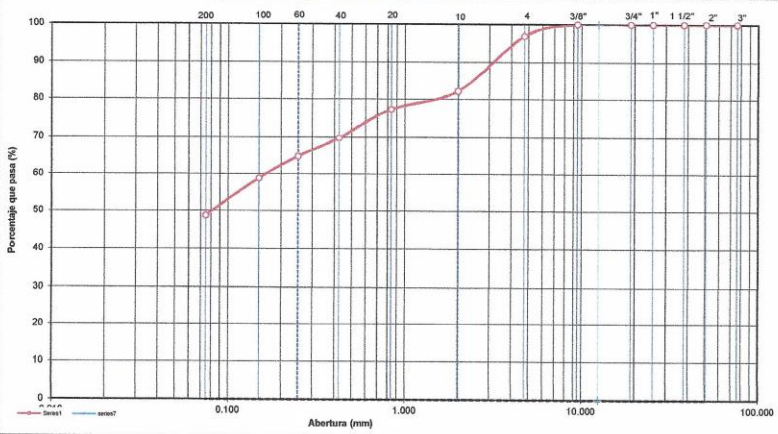
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (ASTM D 422 / AASHTO T 88 / MTC E107)**

DATOS DE LA MUESTRA

Material: TERRENO NATURAL	Calicata: 2
Muestra: DOSIFICACION CONAID	20 cm3/Kg
Tamaño Máximo: 719.6 gr.	Peso Lavado Seco: 369 gr.

TAMIZ	MTC E204 (mm)	PERO		PORCENTAJE		RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE		ESPECIFICACION Tipo:	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	QUE PASA					
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0					Contenido de Humedad (%): 1.7
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0					Límite Líquido (LL): 16.6
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0					Límite Plástico (LP): 16.2
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0					Índice Plástico (IP): 0.5
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0					Clasificación (SUCS): SM
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0					Cu: 11.82
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0					Cc: 0.76
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0					Clasificación (AASHTO): A-6
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0					Índice de Grupo: 0
Nº 4	4.750	22.5	3.1	3.1	96.9					Datos:
Nº 8	2.360	0.0	0.0	3.1	96.9					Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 10	2.000	106.3	14.8	17.9	82.1					Bolonería > 3": 0.0 %
Nº 16	1.190	35.2	4.9	22.8	77.2					
Nº 20	0.840	0.0	0.0	22.8	77.2					Grava 3" - Nº 4: 3.1
Nº 30	0.600	21.4	3.0	25.8	74.2					
Nº 40	0.425	32.5	4.5	30.3	69.7					Arena Nº4 - Nº 200: 48.2
Nº 60	0.250	36.2	5.0	35.3	64.7					Finos < Nº 200: 48.7
Nº 80	0.177	0.0	0.0	35.3	64.7					
Nº 100	0.150	42.5	5.9	41.2	58.8					
Nº 200	0.075	72.6	10.1	51.3	48.7					
< Nº 200	FONDO	350.5	48.7	100.0	0.0					

CURVA GRANULOMETRICA



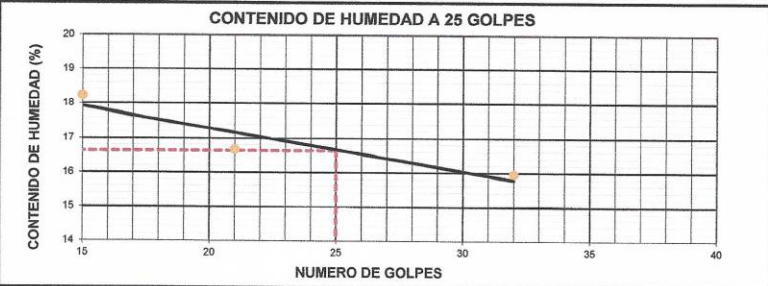
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP Nº 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 23. Limites de Consistencia Calicata 2 con 20cm3/kg CON-AID

 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640 Telefono: 954877159-945417124 e-mail: Wils2822@hotmail.com		
---	--	---

TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019 UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA FECHA : OCTUBRE DEL 2019
--

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / MTC E 110, 111)													
DATOS DE LA MUESTRA													
MATERIAL: TERRENO NATURAL			CALICATA: 2										
MUESTRA: DOSIFICACION CONAID 20 cm3/Kg			PROF.(m): 1.20 - 3.00										
LIMITE LIQUIDO (MTC E110)													
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones								
Nº TARRO		1	2	3									
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.50	35.80	36.90									
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	31.20	32.80	33.90									
PESO DE AGUA	(g)	3.30	3.00	3.00									
PESO DEL TARRO	(g)	13.10	14.80	15.10									
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.10	18.00	18.80									
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.23	16.67	15.96									
NUMERO DE GOLPES		15	21	32									
LIMITE PLASTICO (MTC E111)													
Descripción	Und	Ensayos			Observaciones								
Nº TARRO		4	5										
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	23.50	23.60										
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	22.20	23.10										
PESO DE AGUA	(g)	1.30	0.50										
PESO DEL TARRO	(g)	13.90	20.10										
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.30	3.00										
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	15.66	16.67										
													
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</th> </tr> <tr> <td>LIMITE LIQUIDO</td> <td>16.63 %</td> </tr> <tr> <td>LIMITE PLASTICO</td> <td>16.16 %</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD</td> <td>0.47 %</td> </tr> </table>						CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		LIMITE LIQUIDO	16.63 %	LIMITE PLASTICO	16.16 %	INDICE DE PLASTICIDAD	0.47 %
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA													
LIMITE LIQUIDO	16.63 %												
LIMITE PLASTICO	16.16 %												
INDICE DE PLASTICIDAD	0.47 %												

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 105573
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 24. Contenido de Humedad Calicata 2 con 20cm³/kg CON-AID



TESIS	: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
	: CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA	: MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (MTC E108)						
DATOS DE LA MUESTRA						
MATERIAL:	TERRENO NATURAL	0	CALICATA:			
MUESTRA:	DOSIFICACION CONAID 20 cm ³ /Kg		PROF.(m): 1.20 - 3.00			
Descripcion	Und.	Ensayos				Promedio
Tara	Nº	1				
Peso Material Humedo + Tara (A)	gr.	106.5				
Peso Material Seco + Tara (B)	gr.	102.3				
Peso de Agua (A-B)	gr.	4.2				
Peso de Tara ©	gr.	51.3				
Peso Neto de Material Seco (B -C)	gr.	51.0				
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	%	8.23				8.23

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
WILSON J. ZELAYA SANTOS
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 25. Relación de Soporte de California CBR con 10cm³/kg CON-AID



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESTISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

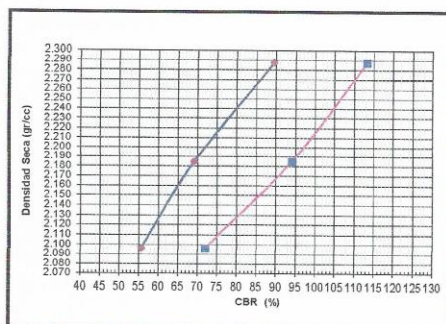
MUESTRA: TERRENO NATURAL

DOSIFICACION CONAID

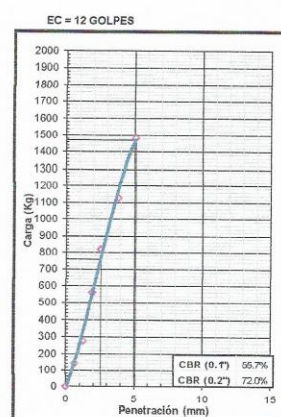
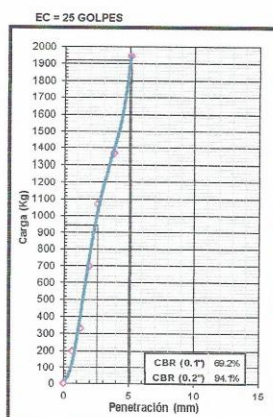
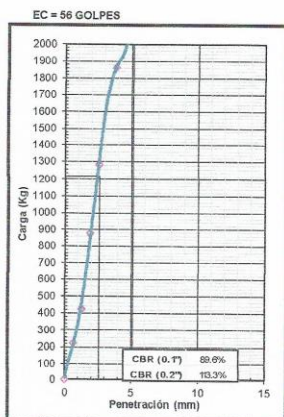
10cm³/Kg

CLASIFICACION (SUCS) : SM

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.28
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.10



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	88.41	0.2"	112.55
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	86.35	0.2"	90.33



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS

CIP N° 195373

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 26. Ensayo Relación Soporte California con 10cm³/kg CON-AID



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
: CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESTISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA: TERRENO NATURAL **DOSIFICACION CONAID** 10cm³/Kg
CLASIFICACION (SUCS) : SM

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION			
Pasa %				Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima	
LL	32.80	IP	17.22	Clasificación	ASSTHO	2.282	7.10
Molde N°	1			2		3	
Altura Molde	17.8			17.8		17.85	
Diametro Molde	15.1			15.14		15.14	
Altura disco Espaciador	5.01			5.01		5.01	
Diametro disco espaciador	15.19			15.19		15.19	
Capas N°	5			5		5	
Golpes por capa N°	56			25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojar			despues de mojado		Antes de mojar	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	11280			11342		10930	
Peso de molde (g)	5639			5639		5715	
Peso del suelo humedo (g)	5641			5703		5215	
Volumen del molde (cm ³)	2290			2303		2312	
Densidad humeda (g/cm ³)	2.463			2.490		2.256	
Recipiente (N°)	A			B		C	
Peso del Recipiente + suelo humedo (g)	102.50			5703.00		116.50	
Peso Recipiente + suelo seco	97.20			5237.58		109.56	
Peso Recipiente	28.39			0.00		18.25	
Peso de agua (g)	5.30			465.42		6.94	
Peso de suelo seco (g)	68.81			5237.58		91.31	
Contenido de humedad (%)	7.70			8.89		7.60	
Densidad seca (g/cm ³)	2.287			2.287		2.097	

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
			mm	mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
mm.	pulg.		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Lect. Dial	kg		Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	Lect. Dial	kg	% CBR	% CBR
0	0		0	0		0	0		0	0	0	0		
0.635	0.025		62	222.4		56	199.9		41	143.5				
1.270	0.050		115	421.5		91	331.3		76	275.0				
1.905	0.075		236	875.9		189	699.4		152	560.4				
2.540	0.100	70.455	344	1281.6	1221.3	288	1071.2	943.4	221	819.6	760.1	55.7		
3.810	0.150		499	1863.7		367	1368.0		303	1127.6				
5.080	0.200	105.66	623	2329.5	2317.8	521	1946.4	1923.9	398	1484.4	1472.8	72.0		

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 27. Ensayo de Compactación con 10cm³/kg CON-AID



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



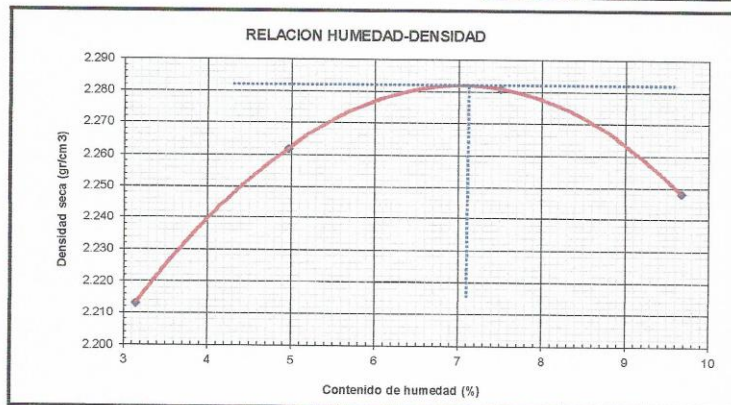
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA: TERRENO NATURAL **CLASIFICACION (SUCS)** : SM
DOSIFICACION CONAID 10cm³/Kg

Peso suelo + molde	gr	7790.00	7990.00	8160.00	8190.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4990.00	5190.00	5360.00	5390.00
Volumen del molde	cm ³	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.28	2.37	2.45	2.47
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	109.30	116.30	121.30	125.10
Peso del suelo seco + tara	gr	106.70	111.89	114.60	116.12
Peso de la Tara	gr	24.10	23.10	25.30	23.30
Peso de agua	gr	2.60	4.41	6.70	8.98
Peso del suelo seco	gr	82.60	88.79	89.30	92.82
Porcentaje de Humedad	%	3.15	4.97	7.50	9.67
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.213	2.262	2.281	2.248

Densidad máxima (gr/cm ³)	2.282
Humedad óptima (%)	7.10



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 185573
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 28. Relacion de Soporte de California CBR con 20cm³/kg CON-AID



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



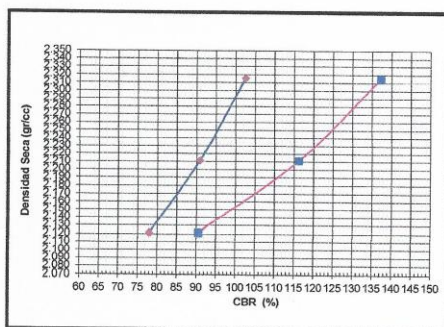
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

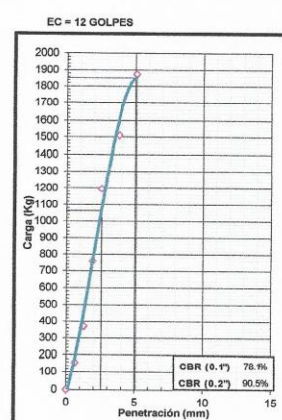
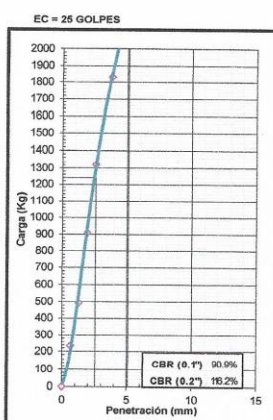
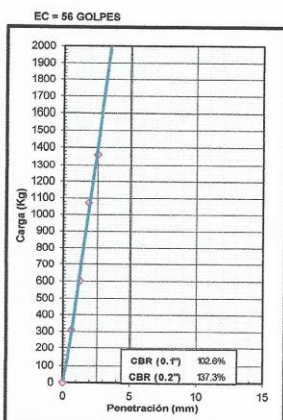
TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
UBICACIÓN : CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
TESISTA : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
FECHA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA: TERRENO NATURAL DOSIFICACION CONAID 20cm/Kg
CLASIFICACION (SUCS) : SM

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.31
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.10



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	102.35	0.2"	136.97
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	89.16	0.2"	112.87



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS

CIP N° 19537/3
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 29. Ensayo Relación Soporte de California con 20cm³/kg CON-AID



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA: TERRENO DOSIFICACION CONAID 20cm/Kg
CLASIFICACION (SUCS) : SM

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

ENSAYO DE RELACION CON TIPO DE CALIFORNIA				ENSAYO DE COMPACTACION				
Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200					
Pasa %				Metodo		Densidad Maxima	Humedad Optima	
LL	32.80	IP	17.22	Clasificacion	ASSTHO	2.312	8.10	
Molde N°	1			2		3		
Altura Molde	17.8			17.8		17.85		
Diámetro Molde	15.1			15.14		15.14		
Altura disco Espaciador	5.01			5.01		5.01		
Diámetro disco espaciador	15.19			15.19		15.19		
Capas N°	5			5		5		
Golpes por capa N°	56			25		12		
Condición de la muestra	Antes de mojarse		despues de mojado	Antes de mojarse		despues de mojado	Antes de mojarse	despues de mojado
Peso húmedo de la probeta + molde (g)	11350		11342	9820		9885	10990	11325
Peso de molde (g)	5639		5639	4140		4140	5715	5715
Peso del suelo húmedo (g)	5711		5703	5480		5725	5275	5610
Volumen del molde (cm³)	2290		2290	2303		2303	2312	2312
Densidad húmeda (g/cm³)	2.493		2.480	2.380		2.486	2.282	2.427
Recipiente (N°)	A		11	B		22	C	33
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	102.50		5703.00	128.43		5725.00	118.50	5610.00
Peso Recipiente + suelo seco	97.20		5302.58	121.10		5091.30	109.58	4902.39
Peso Recipiente	28.39		0.00	25.09		0.00	18.25	0.00
Peso de agua (g)	5.30		400.42	7.33		633.70	6.94	707.61
Peso de suelo seco (g)	68.81		5302.58	96.01		5091.30	91.31	4902.39
Contenido de humedad (%)	7.70		7.65	7.63		12.45	7.60	14.43
Densidad seca (g/cm³)	2.315		2.315	2.211		2.211	2.121	2.121

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		85	306.8			65	233.7			45	158.6		
1.270	0.050		163	601.6			134	492.8			102	372.6		
1.905	0.075		288	1071.2			245	900.7			205	759.5		
2.540	0.100	70.455	385	1360.5	1398.4	102.6	355	1322.9	1239.5	90.9	321	1195.2	1064.7	78.1
3.810	0.150		580	2168.0			490	1829.9			405	1510.7		
5.080	0.200	105.68	750	2806.5	2807.8	137.3	640	2393.3	2377.3	116.2	502	1875.0	1851.6	90.5

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
- QIP N° 195373
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 30. Ensayo de Compactación con 20cm3/kg CON-AID



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



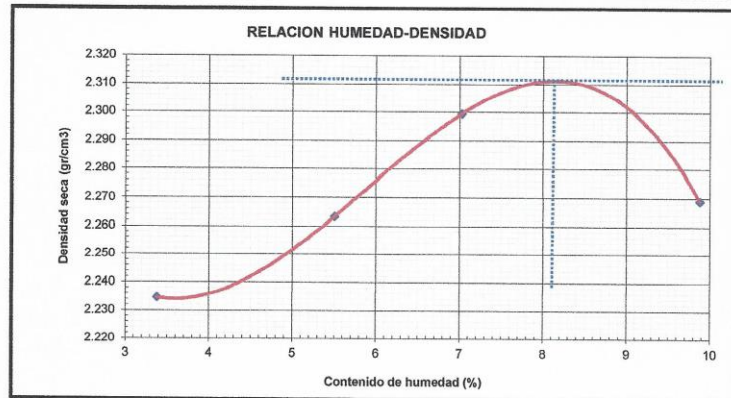
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA: TERRENO NATUI **DOSIFICACION CONAID** 20cm/Kg
CLASIFICACION (SUCS) : SM

Peso suelo + molde	gr	7850.00	8020.00	8180.00	8250.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	5050.00	5220.00	5380.00	5450.00
Volumen del molde	cm ³	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.31	2.39	2.46	2.49
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	119.30	118.40	125.45	129.30
Peso del suelo seco + tara	gr	116.20	113.40	118.80	119.80
Peso de la Tara	gr	24.60	22.60	24.20	23.65
Peso de agua	gr	3.10	5.00	6.65	9.50
Peso del suelo seco	gr	91.60	90.80	94.60	96.15
Porcentaje de Humedad	%	3.38	5.51	7.03	9.88
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.235	2.263	2.299	2.269

Densidad máxima (gr/cm ³)	2.312
Humedad óptima (%)	8.10



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
[Signature]
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 108895
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 31. Relación de Soporte de California CBR Calicata 2 sin Aditivo



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS
 Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
 Telefono: 954877159-945417124 e-mail: Wlze822@hotmail.com



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

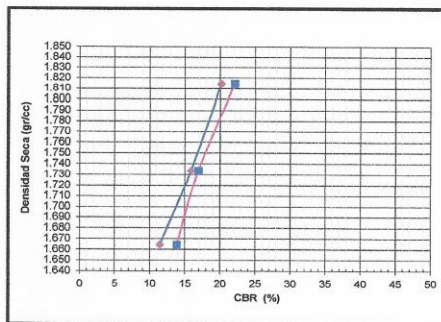
TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
 : CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA : TERRENO NATURAL

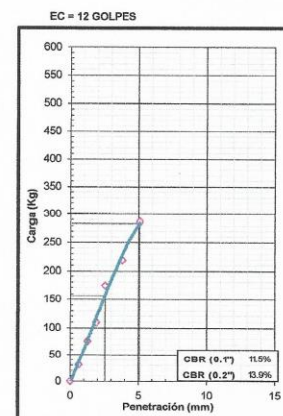
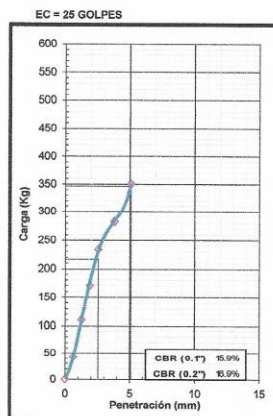
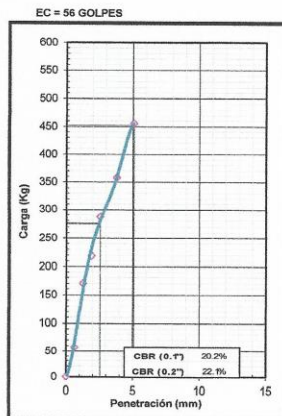
CALICATA 02

CLASIFICACION (SUCS) : CL

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm^3) : 1.83
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.90



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	20.98	0.2":	23.33
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	16.21	0.2":	17.21



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LA MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 32. Ensayo Relación Soporte de California Calicata 2 sin Aditivo



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
 Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wlze822@hotmail.com



TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA : OCTUBRE DEL 2019
MUESTRA : TERRENO NATURAL CALICATA 02 CLASIFICACION (SUCS) : CL

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION			
Pasa %	95.00	92.20	86.10	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima	
LL	29.20	IP	8.10	Clasificación	ASSTHO	1.83	10.90

Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.8		17.8		17.85	
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14	
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01	
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojarse	despues de mojado	Antes de mojarse	despues de mojado	Antes de mojarse	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8020	8140	7562	7810	7950	8260
Peso de molde (g)	3410	3410	3155	3155	3690	3690
Peso del suelo húmedo (g)	4610	4730	4407	4655	4260	4570
Volumen del molde (cm³)	2290	2290	2303	2303	2312	2312
Densidad húmeda (g/cm³)	2.013	2.065	1.914	2.022	1.843	1.977
Recipiente (N°)	A	11	B	22	C	33
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	96.30	4730.00	106.90	4665.00	105.20	4670.00
Peso Recipiente + suelo seco	88.02	4155.59	98.01	3991.54	97.30	3847.57
Peso Recipiente	12.30	0.00	12.60	0.00	23.60	0.00
Peso de agua (g)	8.28	574.41	8.89	663.46	7.90	722.43
Peso de suelo seco (g)	75.72	4155.59	85.41	3991.54	73.70	3847.57
Contenido de humedad (%)	10.94	13.82	10.41	16.62	10.72	18.78
Densidad seca (g/cm³)	1.814	1.814	1.734	1.734	1.664	1.664

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion	Lectura Extens.	Expansion	Lectura Extens.	Expansion
			mm	%	mm	%	mm	%
		0	0	0.000	0	0.000	0	0.000
		24	22	0.559	0.5	0.610	0.5	0.600
		48	28	0.711	0.6	0.711	0.6	0.813
		72	30	0.762	0.7	0.813	0.7	0.864

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		18	57.2			14	42.1			11	30.9		
1.270	0.050		49	169.8			32	109.7			23	75.9		
1.905	0.075		61	218.7			48	169.8			32	109.7		
2.540	0.100	70.455	79	286.3	275.8	20.2	65	233.7	216.8	15.9	49	173.6	156.6	11.5
3.810	0.150		98	357.6			78	282.5			61	218.7		
5.000	0.200	105.68	124	455.3	452.6	22.1	98	350.1	346.5	16.9	79	286.3	283.9	13.9

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
CIP N° 495373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 33 Ensayo de Compactación Calicata 2 sin Aditivo



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS
 Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
 Teléfono: 954377150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



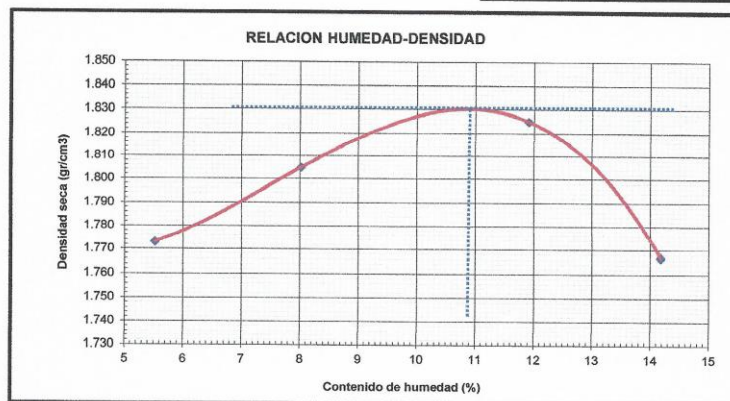
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA CALICATA 02 **CLASIFICACION (SUCS)** : CL

Peso suelo + molde	gr	6890.00	7062.00	7265.00	7210.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4090.00	4262.00	4465.00	4410.00
Volumen del molde	cm ³	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.87	1.95	2.04	2.02
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	90.60	86.30	116.30	105.40
Peso del suelo seco + tara	gr	86.50	80.90	105.40	93.90
Peso de la Tara	gr	12.30	13.60	13.90	12.80
Peso de agua	gr	4.10	5.40	10.90	11.50
Peso del suelo seco	gr	74.20	67.30	91.50	81.10
Porcentaje de Humedad	%	5.53	8.02	11.91	14.18
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.773	1.805	1.825	1.767

Densidad máxima (gr/cm ³)	1.830
Humedad óptima (%)	10.90



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 195373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 34. Analisis Quimico Calicata 1



TESIS	: INFLUENCIA DE LA APLICACION DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACION	: DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA	: MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019

ANALISIS QUIMICO

Nº	ANALISIS QUIMICO	VALORES MAXIMOS ADMISIBLES	RESULTADOS (%)		
			C-01		PROMEDIO
	MUESTRA		M - 1	M - 2	
1	Salas Delocuentes o Cloruros	0.15%	0.09%	0.08%	0.09%
2	Sulfatos Solubles (SO4)	0.10%	0.20%	0.13%	0.17%
3	Salas Solubles Totales	0.04%	0.060%	0.060%	0.060%
4	Sólidos en suspensión	1000			
5	Materia Orgánica expresado en Oxígeno	10			
6	Salas Solubles de Magnesio	150			
7	Límite de Turbidez	2000			
8	Dureza	> 5			
9	Potencial de Hidrógeno (PH)	> 7	7.1	7.1	7.1

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZEPEDA SANTOS
CIP N° 196375
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 35. Analisis Quimico Calicata 2



TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACION DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACION : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ANALISIS QUIMICO

Nº	ANALISIS QUIMICO	VALORES MAXIMOS ADMISIBLES	RESULTADOS (%)		
			C-02		PROMEDIO
	MUESTRA		M-1	M-2	
1	Salas Delocuentes o Cloruros	0.15%	0.12%	0.13%	0.13%
2	Sulfatos Solubles (SO4)	0.10%	0.21%	0.15%	0.18%
3	Salas Solubles Totales	0.04%	0.060%	0.050%	0.055%
4	Sólidos en suspensión	1000			
5	Materia Orgánica expresado en Oxígeno	10			
6	Salas Solubles de Magnesio	150			
7	Límite de Turbidez	2000			
8	Dureza	> 5			
9	Potencial de Hidrógeno (PH)	> 7	7.2	7.2	7.2

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAS MECANICAS DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP 155273
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Anexo 36. Analisis Quimico Calicata 3



TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACION DEL ADITIVO CON-AID, EN LA SUB-RASANTE DEL PAVIMENTO DE
 : CONCRETO HIDRAULICO, EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO 2019
UBICACION : DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO - LIMA - PERU
TESISTA : MARIO ALBERTO ROJAS MEDINA
FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ANALISIS QUIMICO

Nº	ANALISIS QUIMICO	VALORES MAXIMOS ADMISIBLES	RESULTADOS (%)		
			C-03		PROMEDIO
	MUESTRA		M-1	M-2	
1	Salas Defecuentes o Cloruros	0.15%	0.13%	0.15%	0.14%
2	Sulfatos Solubles (SO4)	0.10%	0.18%	0.21%	0.20%
3	Salas Solubles Totales	0.04%	0.050%	0.050%	0.050%
4	Sólidos en suspensión	1000			
5	Materia Orgánica expresado en Oxígeno	10			
6	Salas Solubles de Magnesio	150			
7	Límite de Turbidez	2000			
8	Dureza	> 5			
9	Potencial de Hidrógeno (PH)	> 7	7.1	7.1	7.1

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS
 CIP N° 198373
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 056 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : T 079-2019
Fecha de emisión : 2019-02-15

1. Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección : JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTE PARA
CBR

Tipo de Indicación : ANALÓGICO

Alcance de Indicación : 0 mm a 25 mm

División de Escala : 0,01 mm

Marca : LITZ

Modelo : NO INDICA

Serie : 21278

Procedencia : ALEMANA

Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
15 - FEBRERO - 2019

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el Procedimiento de calibración de Comparadores de cuadrante PC-014 (2da Edición 2001) del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA - C - 045 - 2016	INACAL - DM

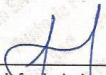
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,9
Humedad %	58	57

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 056 - 2019

Página : 2 de 2

Resultados

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
0,00	0,00	0,00
1,00	1,02	0,02
2,00	2,03	0,03
5,00	5,02	0,02
8,00	8,03	0,03
10,00	10,02	0,02
12,50	12,53	0,03
15,00	15,02	0,02
20,00	20,03	0,03
25,00	25,04	0,04

Alcance de error de indicación (f_e) : 0,04 mm
Incertidumbre del error de indicación : ± 3 μ m

ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
12,50	12,52	0,02
	12,52	0,02
	12,53	0,03
	12,53	0,03
	12,52	0,02

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,03 mm
Incertidumbre de medición : ± 3 μ m

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 110 - 2019

Página: 1 de 3

Expediente : T 079-2019
Fecha de Emisión : 2019-02-15

1. Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES
E.I.R.L.
Dirección : JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : POCKET SCALE

Modelo : MH-SERIES

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 200 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LOCAL

Fecha de Calibración : 2019-02-15

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y II/III del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

Jr. TENIENTE JIMENEZ URB. LA CAMPIÑA - HORRILLOS - LIMA



Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página: 2 de 3

	Inicial	Final
Temperatura	26,2 °C	26,8 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1)	M-0660-2018

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

	Inicial	Final
Temp. (°C)	26,2	26,4

Medición Nº	Carga L1= 100,00 g			Carga L2= 200,00 g		
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	100,00	6	44	200,00	7	43
2	100,00	7	43	200,01	6	54
3	99,99	4	36	200,01	6	54
4	100,00	6	44	200,02	4	66
5	100,00	8	42	200,00	5	45
6	100,00	9	41	200,02	5	65
7	99,99	5	35	200,01	6	54
8	100,00	6	44	200,00	8	42
9	100,00	7	43	200,02	6	64
10	100,00	8	42	200,02	8	62
Diferencia Máxima			9	24		
Error máximo permitido ±			200 mg	± 200 mg		



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

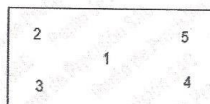


Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 110 - 2019

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal				Inicial		Final			
Temp. (°C)				26,4		26,5			
Posición de la Carga	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E _o (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	0,10	0,10	6	44	60,00	60,00	7	43	-1
2		0,10	7	43		60,01	6	54	11
3		0,10	8	42		59,98	8	22	-20
4		0,10	9	41		60,02	9	61	20
5		0,10	8	42		60,02	7	63	21
(*) valor entre 0 y 10 e					Error máximo permitido : ± 200 mg				

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	Temp. (°C)				Initial	Final					emp(**)
					26,6	26,8					
	CRECIENTES				DECRECIENTES						
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)		l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec(mg)	±(mg)	
0,10	0,10	6	44								
0,20	0,20	6	44	0		0,20	8	42	-2	100	
0,50	0,50	7	43	-1		0,50	9	41	-3	100	
1,00	1,00	8	42	-2		1,00	9	41	-3	100	
2,00	2,00	9	41	-3		2,00	8	42	-2	100	
20,00	20,00	8	42	-2		20,00	8	42	-2	100	
50,00	50,00	6	44	0		50,00	7	43	-1	100	
80,00	80,01	4	56	12		80,00	5	45	1	200	
100,00	100,00	8	42	-2		100,01	6	54	10	200	
150,00	150,02	6	64	20		150,01	5	55	11	200	
200,00	200,02	4	66	22		200,02	4	66	22	200	

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000778 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,00176 \text{ g}^2 + 0,000000348 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_g: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 043 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : T 079-2019
Fecha de emisión : 2019-02-15

1. Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección : JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : NO INDICA

Marca de Celda : MAVIN

Modelo de Celda : NO INDICA

Serie de Celda : e6700397

Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIGH WEIGHT

Modelo de Indicador : 315-X8

Serie de Indicador : 231269

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
15 - FEBRERO - 2019

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales


	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,1	22,5
Humedad %	58	57

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 043 - 2019

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	498,65	500,55	0,27	-0,11	499,60	0,08	-0,38
1000	995,75	998,90	0,43	0,11	997,33	0,27	-0,31
1500	1499,65	1499,00	0,02	0,07	1499,33	0,05	0,04
2000	1999,90	1998,98	0,00	0,05	1999,44	0,03	0,05
2500	2500,05	2500,10	0,00	0,00	2500,08	0,00	0,00
3000	3001,30	2999,35	-0,04	0,02	3000,33	-0,01	0,07
3500	3499,25	3499,85	0,02	0,00	3499,55	0,01	-0,02
4000	4001,25	4001,65	-0,03	-0,04	4001,45	-0,04	-0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9993x + 1,848$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

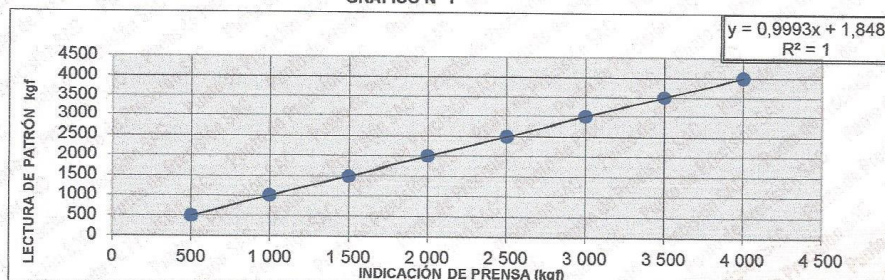
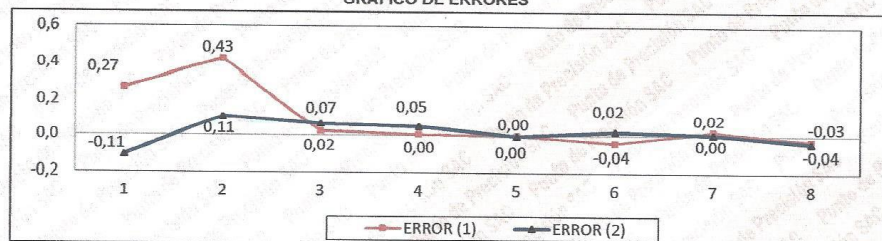


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 044 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : T 079-2019
Fecha de emisión : 2019-02-15

1. Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección : JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE -
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Equipo : SPEEDY

3. Instrumento de Medición : MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA

Alcance de Escala : 0 psi a 30 psi ; 0 bar a 2 bar

División de Escala : 0,5 psi ; 0,05 bar

Marca de Manómetro : WINTERS

Modelo de Manómetro : PFQ SERIES

Serie de Manómetro : Z1388

Procedencia : CANADA

Posición de Trabajo : POSTERIOR

Serie de Botella : NO INDICA

Material de Botella : ALUMINIO

4. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
15 - FEBRERO - 2019

5. Método de Calibración
Se utilizó el método de comparación directa, según el procedimiento de calibración PC-004.

6. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
MANÓMETRO	OMEGA ENGINEERING	LFP - 319 - 2017	INACAL - DM

7. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,4	22,3
Humedad %	59	59

8. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $K=2$, para un nivel de confianza de 95%
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 044 - 2019

Página : 2 de 2

Resultados

PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO A CALIBRAR	PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO PATRÓN		ERROR		
	ASCENSO	DESCENSO	DE INDICACIÓN		DE HISTÉRESIS
(psi)	(psi)	(psi)	ASCENSO	DESCENSO	(psi)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	5,6	5,6	-0,6	-0,6	0,0
10	10,2	10,3	-0,2	-0,3	0,1
15	14,6	14,6	0,4	0,4	0,0
20	19,6	19,7	0,4	0,3	0,1
25	24,5	24,6	0,5	0,4	0,1
30	29,4	29,4	0,6	0,6	0,0

MÁXIMO ERROR DE INDICACIÓN:	0,60	psi
MÁXIMO ERROR DE HISTÉRESIS:	0,10	psi


La incertidumbre de la medición es de	0,05	psi
---------------------------------------	------	-----

EQUIVALENCIAS DE PSI a % de HUMEDAD

LECTURA DEL MANÓMETRO DEL SPEEDY	LECTURA DEL PATRÓN
psi	% Humedad
0	0,0
2	2,8
3	4,0
4	4,6
5	5,6
6	6,6
7	7,4
8	8,4
9	9,2
10	10,2
11	10,8
12	11,8
13	12,8
14	13,8
15	14,6
16	15,6
17	16,5
18	17,5
19	18,5
20	19,4

FIN DEL DOCUMENTO

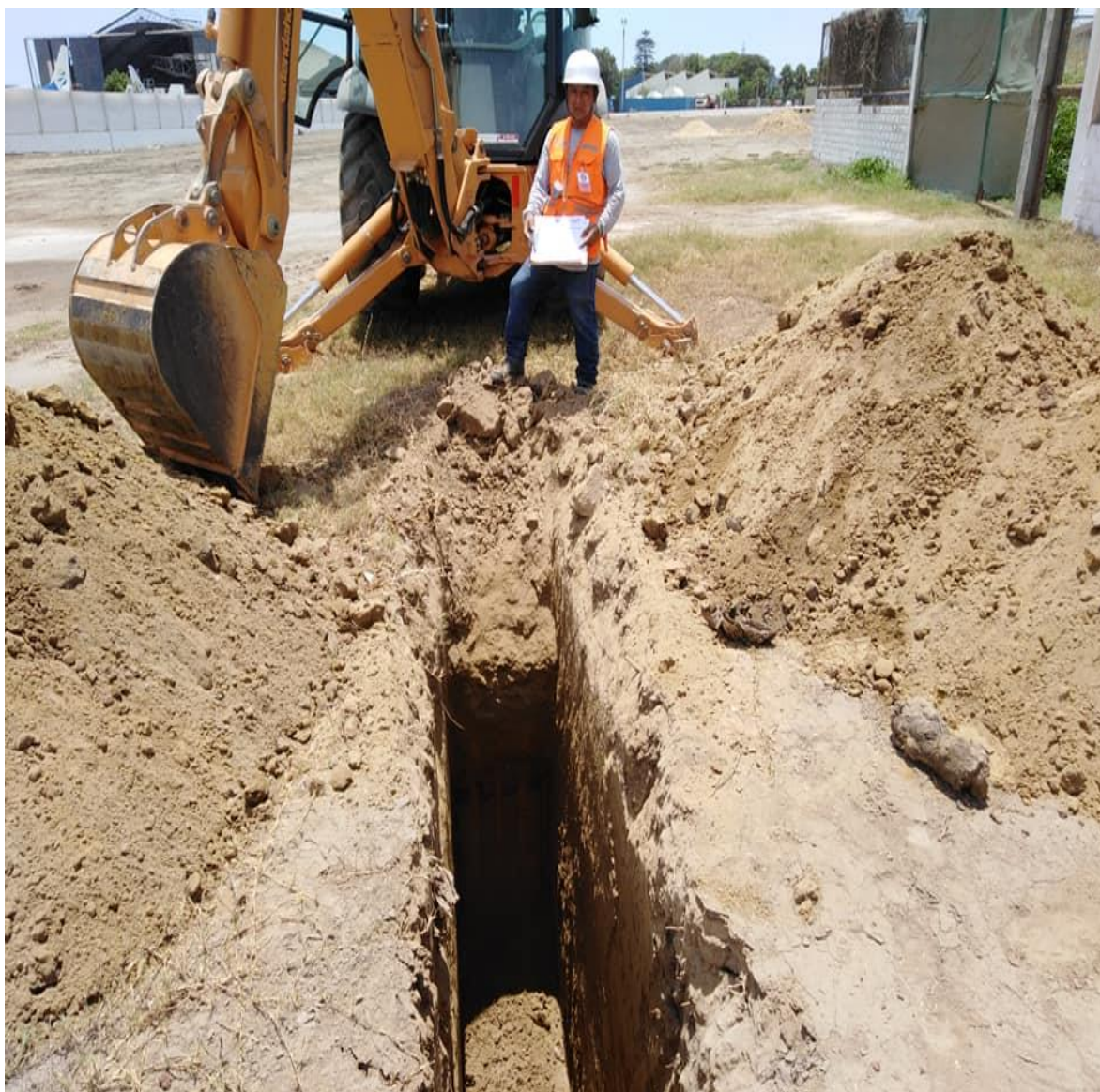



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Anexo 46. Recoleccion de Muestra Calicata 1



Anexo 47. Recolección de Muestra Calicata 2.



Anexo 48. Recolección de Muestra Calicata 3



Anexo 49. Calculo del Diseño del Pavimento Rígido sin Aditivo CONAID.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



CALCULO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO SIN ADITIVO CONAID

PERIODO DE DISEÑO (N)

El período de diseño empleado para la obtención de las estructuras del pavimento es de 20 años.

N₁₈ = Tráfico.

Z_r = Desviación Estándar Normal = - 0.524 (para un factor de confiabilidad del 70%).

S_o = Error Estándar Combinado = 0.35 (para pavimentos rígidos).

D = Espesor de la Losa de Concreto.

ΔP = Diferencia de Serviciabilidad = 4.0 – 2.0 = 2. (Para pavimentos urbanos principales).

P_f = Serviciabilidad Final = 2.0 (para pavimentos urbanos principales).

S'_c = Módulo de Ruptura = 45 Kg/cm² = 640 psi (para pavimentos urbanos principales).

C_d = Coeficiente de Drenaje = 0.80 (para condiciones pobre de drenaje en lavialidad).

J = Coeficiente de Transferencia de Carga = 2.9 (por el empleo de pasa juntas). Se recomienda el uso de pasa juntas cuando el tráfico pesado sea mayor al 25% del tráfico total y/o cuando el número de Ejes Equivalentes de diseño sea mayor a 5'000,000.

E_c = Módulo de Elasticidad = 6,750 * S'_c = 303,750 Kg/cm².

K = Módulo de Reacción de la Sub-Rasante = 0,4371+2,2171 * Ln CBR = 0,4371+2,2171 * Ln 16.21 = 6.61 Kg/cm²/cm (para CBR > 12%). El Módulo de Reacción de la Sub-Base para el diseño del pavimento rígido se puede obtener de los ábacos de la Portland Cement Association. Al Módulo de Reacción de la Sub-Rasante = 6.61Kg/cm²/cm (238 lb/pulg²/pulg) le corresponde un Módulo de Reacción de la Sub-Base = 7.20 Kg/cm²/cm (259 lb/pulg²/pulg) con un espesor de la capa de base igual a 0.25 m.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Diseño de pavimentos rígidos 211

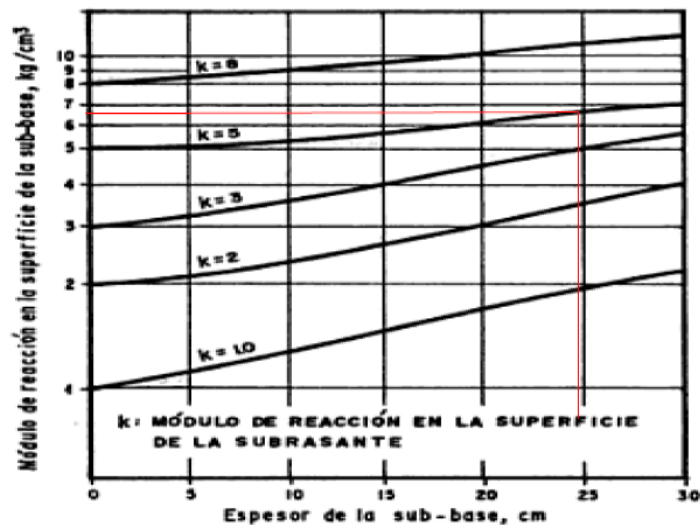


Figura X-3. Gráfica para obtener el valor de A sobre la sub-base conocido el mismo sobre la subrasante. Sub-bases no estabilizadas (Ref. 5).

Estas variables que intervienen en el diseño de los pavimentos constituyen en realidad la ase del diseño del pavimento, por lo que es importante conocer las consideraciones más importantes que tienen que ver con cada una de ellas para así poder realizar diseños confiables y óptimos al mismo tiempo. El procedimiento de diseño normal es suponer un espesor de pavimento e iniciar y realizar tanteos. Con el espesor supuesto se calculan los ejes equivalentes y posteriormente se evalúan todos los factores adicionales de diseño. Si se cumple el equilibrio en la ecuación, el espesor supuesto es resultado es el resultado del problema. En caso de no haber equilibrio en la ecuación, se deberán seguir haciendo tanteos para ir tomando como base el resultado del tanteo anterior.

Anexo 51. Calculo del Diseño del Pavimento Rigido sin Aditivo CONAID.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

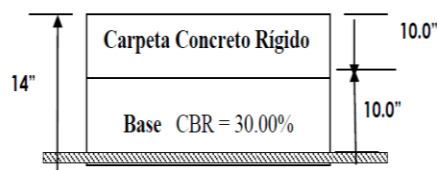
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Método AASHTO de 1993 para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico.									
1. Confiabilidad									
Nivel de confianza (%)	70%	Clasificación funcional		Confiabilidad recomendada (R: Reliability)		Tipo de pavimento		Rango para la desviación estándar total, So	
Z _R	-0.524			URBANO RURAL				So considerando la variancia del tránsito	
Desviación estándar total, So	0.34	Intersecciones y otras autopistas		85 - 99.9		80 - 95.9		0.40 - 0.55	
SN	0.20	Avenidas principales		80 - 99		75 - 95		0.45	
Sw (del estudio de tránsito)	0.35	Colectores		80 - 95		75 - 95		0.40 - 0.45	
Z _R x So	-0.18	Carreteras		50 - 80		50 - 80		0.35	
2. Niveles de servicio									
PSI inicial	4.00	Tipo de vida		Índice de servicioabilidad del pavimento (PSI)		Número de repeticiones de ejes del estándar AASHTO de 18 kips para pavimento rígido.		W _{SP}	
PSI final	2.00	Pavimento flexible		PSI inicial		PSI final		log (W _{SP})	
Delta de PSI	2.00	Vías principales		2.5		2.5		3914445.55	
Función G _f	-0.130	Vías secundarias		4.2		4.2		6.593	
3. Tránsito									
4. Efecto del agua en el pavimento									
Calidad del drenaje									
Porcentaje del tiempo de exposición a humedades cercanas a la saturación									
Coeficiente de drenaje									
5. Efecto del tipo de berra y la existencia de dispositivos de transmisión de carga en las juntas transversales (J)									
Tipo de berra									
Tipo de pavimento rígido									
¿Tiene dispositivos de transmisión de carga en las juntas transversales (dovelas)?									
Coeficiente de transmisión de carga superior (J)									
6. Módulo efectivo de reacción de la subrasante por presencia de una subbase y un estrato rígido cercano al nivel de fundación									
Módulo resiliente de la subrasante, M _R (psi)									
Módulo elástico de la subbase, E _{sub} (psi) [Para subbase granular E _{sub} / M _R ≤ 4.0]									
Espesor de la subbase, D _{sub} (pulg.) [D _{sub} = 0 pulg. cuando no se construye una subbase]									
Módulo compuesto de reacción de la subrasante, k _c (psi/pulg.)									
Profundidad de la capa rígida subyacente a la subrasante, D _{rig} (pulg.) [D _{rig} > 120 pulg. cuando no existe capa rígida]									
Módulo compuesto de reacción de la subrasante ajustado por la capa rígida subyacente, k _c (psi/pulg.)									
Corrección por pérdida potencial de soporte por erosión o asentamiento, U _s (f)									
Módulo de reacción de la subrasante para diseño (psi/pulg.)									
7. Cálculo del espesor de losa necesario									
Propiedades del concreto de cemento Portland									
Módulo elástico, E _c (psi)									
Módulo de rotura, f _c (psi)									
Espesor de losa (pulgadas)									
Calculado									
Redondeado									

Con estos datos procederemos a determinar el espesor de diseño.

CARPETA : 250 mm = 10"
BASE : 250 mm = 10"



Terreno Natural CBR = 16.21 %.

Anexo 52. Calculo del Diseño del Pavimento Rigido con 10cm³/Kg CONAID.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



CALCULO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO CON ADITIVO CONAID AL 10 CM³/KG DE MUESTRA.

PERIODO DE DISEÑO (N)

El período de diseño empleado para la obtención de las estructuras del pavimento es de 20 años.

N₁₈ = Tráfico.

Z_r = Desviación Estándar Normal = - 0.524 (para un factor de confiabilidad del 70%).

S_o = Error Estándar Combinado = 0.35 (para pavimentos rígidos).

D = Espesor de la Losa de Concreto.

ΔP = Diferencia de Serviabilidad = 4.0 – 2.0 = 2. (Para pavimentos urbanos principales).

P_f = Serviabilidad Final = 2.0 (para pavimentos urbanos principales).

S'_c = Módulo de Ruptura = 45 Kg/cm² = 640 psi (para pavimentos urbanos principales).

C_d = Coeficiente de Drenaje = 0.80 (para condiciones pobre de drenaje en lavialidad).

J = Coeficiente de Transferencia de Carga = 2.9 (por el empleo de pasa juntas). Se recomienda el uso de pasa juntas cuando el tráfico pesado sea mayor al 25% del tráfico total y/o cuando el número de Ejes Equivalentes de diseño sea mayor a 5'000,000.

E_c = Módulo de Elasticidad = 6,750 * S'_c = 303,750 Kg/cm².

K = Módulo de Reacción de la Sub-Rasante = 0,4371+2,2171 * Ln CBR = 0,4371+2,2171 * Ln 66.35 = 9.74 Kg/cm²/cm (para CBR > 12%). El Módulo de Reacción de la Sub-Base para el diseño del pavimento rígido se puede obtener de los ábacos de la Portland Cement Association. Al Módulo de Reacción de la Sub-Rasante = 9.74 Kg/cm²/cm (350 lb/pulg²/pulg) le corresponde un Módulo de Reacción de la Sub-Base = >10 Kg/cm²/cm (>500 lb/pulg²/pulg) con un espesor de la capa de base igual a 0.15 m.

Anexo 53. Calculo del Diseño del Pavimento Rígido con 10cm³/Kg CONAID.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,

LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Método AASHTO de 1993 para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico.									
1. Confiabilidad									
Nivel de confianza (%)	70%	Clasificación funcional		Confiabilidad recomendada a (P: Reliability)		Tipo de pavimento		Rango para la desviación estándar total, S_o	
Z_r	-0.524								
Desviación estándar total, S_o									
SN	0.34								
Sw (del estudio de tránsito)	0.20								
Se	0.35								
Zr a Se	-0.38								
2. Niveles de servicio									
PSI inicial	4.00	Tipo de vía		Índice de variabilidad del pavimento (PSI)		Número de repeticiones de ejes del estándar AASHTO de 18 kips para pavimento rígido.		W ₁₈	
PSI final	2.00							391.4445.55	
Delta de PSI	2.00							log (W ₁₈)	
Función Gt	-0.130							6.593	
3. Tránsito									
4. Efecto del agua en el pavimento									
Calidad del drenaje									
Porcentaje del tiempo de exposición a humedades cercanas a la saturación									
Coeficiente de drenaje									
5. Efecto del tipo de berma y la existencia de dispositivos de transmisión de carga en las juntas transversales (J)									
Tipo de berma									
Tipo de pavimento rígido									
¿Tiene dispositivos de transmisión de carga en las juntas transversales (dovelas)?									
Coeficiente de transmisión de carga sugerido (J)									
6. Módulo efectivo de reacción de la subrasante por presencia de una subbase y un estrato rígido cercano al nivel de fundación									
Módulo resiliente de la subrasante, M_r (psi)									
Módulo elástico de la subbase, E_{ss} (psi) (Para subbase granular $E_{ss} / M_r \leq 4.0$)									
Espesor de la subbase, D_{ss} (pulg.) ($D_{ss} = 0$ pulg. cuando no se construye una subbase)									
Módulo compuesto de reacción de la subrasante, k_1 (psi/pulg.)									
Profundidad de la capa rígida subyacente a la subrasante, D_{ar} (pulg.) ($D_{ar} = 120$ pulg. cuando no existe capa rígida)									
Módulo compuesto de reacción de la subrasante ajustado por la capa rígida subyacente, k_2 (psi/pulg.)									
Corrección por pérdida potencial de soporte por erosión o asentamiento, LS (I)									
Módulo de reacción de la subrasante para diseño (psi/pulg.)									
7. Cálculo del espesor de losa necesario									
Propiedades del concreto de cemento Portland									
Módulo elástico, E_c (psi)									
Módulo de rotura, S'_c (psi)									
Espesor de losa (pulgadas)									
Cálculo									
Redondeado									

Anexo 54. Calculo del Diseño del Pavimento Rigido con 10cm3/Kg CONAID.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Diseño de pavimentos rígidos 211

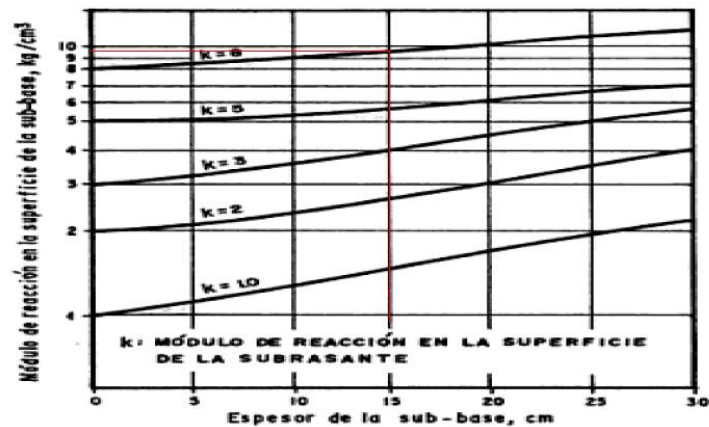
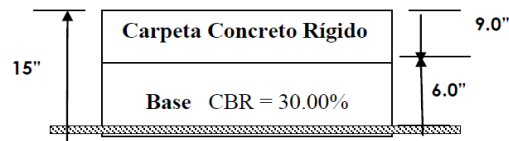


Figura X-3. Gráfica para obtener el valor de k sobre la sub-base conocido el mismo sobre la subrasante. Sub-bases no estabilizadas (Ref. 5).

Con estos datos procederemos a determinar el espesor de diseño.

CARPETA : 225 mm = 9"
BASE : 150 mm = 6"



Terreno Natural estabilizado con aditivo CONAID CBR = 66.35 %.

Anexo 55. Calculo del Diseño del Pavimento Rígido con 20cm³/Kg CONAID.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



CALCULO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO CON ADITIVO CONAID AL 20 CM³/KG DE MUESTRA.

PERIODO DE DISEÑO (N)

El período de diseño empleado para la obtención de las estructuras del pavimento es de 20 años.

N18 = Tráfico.

Zr = Desviación Estándar Normal = - 0.524 (para un factor de confiabilidad del 70%).

So = Error Estándar Combinado = 0.35 (para pavimentos rígidos).

D = Espesor de la Losa de Concreto.

ΔP = Diferencia de Serviciabilidad = 4.0 – 2.0 = 2. (Para pavimentos urbanos principales).

Pt = Serviciabilidad Final = 2.0 (para pavimentos urbanos principales).

S'c = Módulo de Ruptura = 45 Kg/cm² = 640 psi (para pavimentos urbanos principales).

Cd = Coeficiente de Drenaje = 0.80 (para condiciones pobre de drenaje en lavialidad).

J = Coeficiente de Transferencia de Carga = 2.9 (por el empleo de pasa juntas). Se recomienda el uso de pasa juntas cuando el tráfico pesado sea mayor al 25% del tráfico total y/o cuando el número de Ejes Equivalentes de diseño sea mayor a 5'000,000.

Ec = Módulo de Elasticidad = 6,750 * S'c = 303,750 Kg/cm².

K = Módulo de Reacción de la Sub-Rasante = 0,4371+2,2171 * Ln CBR = 0,4371+2,2171 * Ln 89.16 = 10.39 Kg/cm²/cm (para CBR > 12%). El Módulo de Reacción de la Sub-Base para el diseño del pavimento rígido se puede obtener de los ábacos de la Portland Cement Association. Al Módulo de Reacción de la Sub-Rasante = 10.39 Kg/cm²/cm (374 lb/pulg²/pulg) le corresponde un Módulo de Reacción de la Sub-Base = >10 Kg/cm²/cm (>500 lb/pulg²/pulg) con un espesor de la capa de base igual a 0.15 m.